

# DESEMPENHO

**DESEMPENHO**  
Sistemas de alvenaria com blocos cerâmicos Pauluzzi



Revisão 03 Julho de 2017



<b>1</b>	APRESENTAÇÃO	03
<b>2</b>	DESEMPENHO: CONCEITOS E APLICAÇÃO AOS SISTEMAS DE VEDAÇÕES E SISTEMAS ESTRUTURAIS	04
<b>3</b>	NORMAS TÉCNICAS	06
<b>4</b>	DESEMPENHO DOS SISTEMAS DE ALVENARIA COM OU SEM FUNÇÃO ESTRUTURAL	08
	4.1 Requisitos e critérios que os sistemas de alvenaria devem atender	08
	4.2 Métodos de avaliação que comprovam o atendimento dos requisitos e critérios de desempenho	10
	4.3 A influência das características dos blocos, das juntas e dos revestimentos no desempenho dos sistemas de alvenaria	12
	4.4 A influência do projeto no desempenho	14
	4.5 A influência dos serviços de execução no desempenho	19
	4.6 A influência das ações de uso e manutenção no desempenho	20

<b>DESEMPENHO</b>	21
<b>DE SISTEMAS DE VEDAÇÕES VERTICAIS COM BLOCOS CERÂMICOS PAULUZZI</b>	
5.1 Desempenho estrutural	22
5.1.1 Peças suspensas	22
5.1.1.1 Mão francesa	22
5.1.1.2 Rede de dormir	25
5.1.2 Impacto de corpo mole	26
5.1.3 Ações transmitidas por portas	30
5.1.4 Impacto de corpo duro	31
5.2 Segurança contra incêndio	35
5.3 Estanqueidade	37
5.4 Desempenho térmico	40
5.5 Desempenho acústico	43
5.5.1 Ensaio em laboratório	43
5.5.2 Ensaio realizado em campo (em obras)	51
<b>ANEXO A</b>	55
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	56

**Coordenação**

**Maria Angélica Covelo Silva** (Eng. Civil, Dr.)

**Texto/Revisão Técnica**

**Marcus Daniel F. dos Santos** (Eng. Civil, M.Sc.)

**Maria Angélica Covelo Silva** (Eng. Civil, Dr.)

**Milene Carvalho** (Arq.)

**Projeto Gráfico e Diagramação**

**Miniagência** Comunicação

**Coordenação de Impressão**

**BtwoB** Soluções em Comunicação

**Empresa qualificada**

**Programa Setorial da Qualidade  
CERÂMICA VERMELHA**

Em janeiro de 2008, a Pauluzzi foi a primeira cerâmica da região sul do País a ser avaliada e estar conforme aos requisitos do PSQ - Programa Setorial da Qualidade, possibilitando assim o fornecimento de produtos normativos ao mercado.

# 1

# APRESENTAÇÃO

A NBR 15575 – Edificações habitacionais – Desempenho representa um grande passo no desenvolvimento tecnológico da construção civil brasileira. Já para os produtores de materiais, componentes e sistemas construtivos é um instrumento de incentivo na busca de inovações, à medida em que, ao não estabelecer prescrições de características dos produtos, mas resultados a atingir, permite a busca de soluções de forma ampla.

Também é um grande passo por uniformizar o mercado brasileiro, ao permitir que quem especifica e compra, possa, a partir dos requisitos a atender, equalizar, de fato, produtos de “desempenho equivalente”, porque muitas vezes a comparação sem avaliar o desempenho demonstrado, incentiva a concorrência predatória; já que coloca em condições de igualdade produtos com desempenho absolutamente diferentes.

Para o incorporador/construtor, ela traz a possibilidade de deixar claros, ao seu cliente final, os atributos do produto edificação e da unidade que ele está adquirindo por requisitos objetivos, que permitirão ao longo do tempo que o mesmo possa mensurar de forma mais objetiva a “qualidade” do que está adquirindo, incentivando, assim, uma concorrência mais saudável no mercado, justamente pela possibilidade de poder discernir, entre as empresas competidoras, aquelas que efetivamente entregam um desempenho adequado.

Projetistas e especificadores precisarão acostumar-se a detalhar o desempenho requerido dos sistemas e componentes construtivos, das condições de exposição e das condições de uso e operação a que estarão sujeitos ao longo da vida útil.

Conforme definido nas incumbências dos intervenientes, previstas na NBR 15575, é de responsabilidade dos fabricantes de sistemas construtivos: apresentar ao projetista e ao empreendedor, o desempenho de seus produtos, quando medidos em laboratório, ficando à cargo do empreendedor analisar estes dados, quanto à capacidade de atenderem à condição de desempenho em campo exigida do incorporador/construtor.

A especificação precisa basear-se nestes dados e o incorporador/construtor deve ter prévio conhecimento sobre as condições de execução e instalação, necessárias para atender a estas condições de requisitos e critérios estabelecidos.

Qualquer sistema utilizado deve ser passível de demonstração, para que a qualquer momento, se possa efetivamente ter evidências de que os níveis exigidos pela NBR 15575 são atendidos. Estas evidências devem estar registradas por resultados de ensaios realizados pelo fabricante.

O usuário, por sua vez, precisa ser informado sobre a forma como suas ações de uso, operação e manutenção podem alterar o desempenho que recebeu, tais como alterações de paredes, pisos, portas e esquadrias.

Como iniciativa pioneira entre fabricantes de blocos cerâmicos, a Pauluzzi entende, mesmo antes da publicação da NBR 15575, que os componentes que produz se inserem num subsistema construtivo e não basta que somente atendam às normas de especificação, mas que devem, sobretudo, apresentar desempenho adequado como subsistema da edificação.

O presente manual consolida este entendimento da empresa a partir dos dados de desempenho, obtidos por um amplo trabalho de realização de ensaios e avaliações em instituições de reconhecida capacidade técnica, os quais são apresentados de forma didática e orientativa e que visam esclarecer aos agentes de especificação, projeto e construção, o que fazer para cada requisito, apresentando os dados de desempenho do sistema de alvenaria com os produtos Pauluzzi.

Com este trabalho, a Pauluzzi Blocos Cerâmicos espera que todos os agentes envolvidos em projetos e construção de edificações habitacionais, efetivamente, incorporem essa cultura às práticas de desenvolvimento de novos empreendimentos residenciais, a qual só traz benefícios a todo o setor da construção civil.

# 2

# DESEMPENHO:

conceitos e aplicação aos sistemas de vedações e sistemas estruturais

O conceito de desempenho surgiu na Europa, no período pós-guerra, a partir da constatação de que muitos produtos, mesmo tendo passado pelo então vigente controle da qualidade na fabricação, quando colocados em uso e operação em condições reais de exposição, apresentavam falhas que não haviam sido detectadas ou previstas. Em grande parte se percebia que tais falhas provinham do fato de que na concepção e projeto destes produtos, não se havia considerado adequadamente as reais condições de exposição a que estariam sujeitos, nem das decorrentes da forma como o usuário os utilizava.

Já nos anos 60 isto começou a mudar: a discussão do tema foi introduzida na indústria da construção europeia por meio do CIB (então conhecido pelo seu nome em francês Conseil International du Batiment, sendo atualmente conhecido como CIB ainda, mas com o nome em inglês de International Council for Research and Innovation in Building and Construction). O CIB reúne instituições e pesquisadores de todo o mundo na área de construção, promovendo o intercâmbio em pesquisa e desenvolvimento.

Na década de 80, como resultado do trabalho do CIB, foram publicadas as primeiras normas técnicas internacionais sobre desempenho na construção, sendo as principais: ISO 6240 - Performance standards in building -- Contents and presentation, publicada em 1980 e a ISO 6241 - Performance standards in building -- Principles for their preparation and factors to be considered, publicada em 1984, as quais estabeleceram o conceito e a metodologia de desempenho para edificações, dando origem às normas baseadas em desempenho em vários países.

O conceito de desempenho refere-se ao comportamento em uso dos sistemas e subsistemas construtivos e seus componentes, isto é, como se

comportam quando submetidos às condições reais de uso a que estarão sujeitos durante sua vida útil.

O foco deste conceito é o usuário, isto é, como o usuário é afetado pelas características de comportamento deste produto, nas atividades que desenvolve nas edificações e seus ambientes.

Neste conceito está implícito que os sistemas, subsistemas e componentes só se comportarão adequadamente se forem concebidos/projetados para as condições reais de uso. Por outro lado, ao estabelecer tais condições, é necessário fixar formas de uso e/ou restrições, de maneira que o usuário conheça quais são as condições e limites de uso e/ou restrições para as quais o produto foi concebido com a finalidade de ter este bom comportamento por mais tempo.

Assim, a metodologia de desempenho já preconizada pelo conjunto de normas internacionais que surgiram na década de 1980, compõe-se de:

**Condições de exposição:** são as condições externas ou decorrentes do uso a que estará sujeita a edificação ou um de seus subsistemas e componentes. Nestas condições podem ser englobadas: condições climáticas e do meio ambiente do local (como umidade, chuvas, temperaturas, ventos, poluição do ar ou do solo, ruído decorrente do tráfego, etc.), condições decorrentes do uso, como esforços e cargas colocadas pelo usuário (por exemplo, cargas de móveis, equipamentos, esforços de abrasão em consequência do tráfego intenso sobre um piso, batida de portas, etc.), contato e interação com outros subsistemas ou componentes (por exemplo, interação blocos de alvenaria com as peças de concreto da estrutura).

**Requisitos de desempenho** – são as condições a que os sistemas, subsistemas e componentes devem atender, características que devem apresentar, para fazer frente às condições de exposição a que estarão sujeitos ao longo de sua vida útil como decorrência do local onde serão aplicados (condições de exposição) e do uso que se fará deles. As normas internacionais ISO estabeleceram os requisitos que devem ser atendidos por produtos que compõem os subsistemas construtivos de uma edificação como estrutura, vedações verticais, pisos, coberturas, etc. Cada país ao desenvolver suas normas, baseadas em metodologia de desempenho, utiliza-se dos requisitos estabelecidos na norma ISO 6241, adaptando-os à sua realidade.

**Critérios de desempenho** – são os parâmetros que estabelecem os níveis de desempenho aos quais cada requisito deve atender, para fazer frente às condições de exposição. Assim, por exemplo, um critério de desempenho acústico definirá o isolamento acústico, medido em dB - decibel, que uma parede deverá proporcionar, dependendo do nível de ruído a que está exposta pelo ambiente contíguo e do tipo de atividade a ser desenvolvida no ambiente interno, que esta parede delimita. Assim, por exemplo, o isolamento acústico requerido de uma parede de geminação, onde há dormitório em um dos lados, será diferente do critério para uma parede onde não há dormitório em qualquer dos lados.

**Métodos de avaliação:** para medir o desempenho atingido é necessário que se tenha métodos adequados que podem ser ensaios em campo, ensaios em laboratório, simulações computacionais ou, até mesmo, cálculos analíticos.

A metodologia de desempenho não estabelece o material ou tipo de produto a ser utilizado, porém as características que este produto deve atender para a função que desempenha na edificação, para as condições de exposição a que estará sujeito. Por isso é uma metodologia utilizada para avaliar se produtos novos, que nunca foram utilizados antes ou que não possuem normas de especificação próprias, apresentam as condições de comportamento adequado para a função que devem exercer.

No Brasil a série de normas NBR 15575 – Edificações habitacionais – Desempenho, publicada em 2013, com seis partes, estabeleceu a metodologia de desempenho a que todos os produtos, desde os componentes até os subsistemas que compõem as edificações e a própria edificação como um todo, devem atender para que haja um desempenho, isto é, um comportamento em uso, mínimo, levando em conta determinadas condições de exposição que devem ser identificadas e caracterizadas por quem projeta, fabrica e constrói.

Para alguns destes requisitos a norma apresenta, ainda, parâmetros, isto é, critérios de nível intermediário e superior para que, em edificações onde seja desejável e possível, se possa atingir um desempenho além do nível mínimo.

Os requisitos estabelecidos pela NBR 15575 em sua Parte 1 – Requisitos gerais, são depois desdobrados em requisitos específicos nas partes 2 a 6 que se referem cada uma, a um subsistema, Parte 2 – Sistemas estruturais, Parte 3 – Sistemas de Pisos, Parte 4 – Sistemas de vedações verticais internas e externas, Parte 5 – Sistemas de coberturas, Parte 6 – Sistemas hidrossanitários. Cada requisito tem a ele associado um ou mais critérios e um ou mais métodos de avaliação.

Observa-se que na metodologia de desempenho e na NBR 15575 quando uma Parte 2 estabelece requisitos para sistemas estruturais, por exemplo, eles se aplicam a todo e qualquer tipo de sistema que tenha a função de ser a estrutura da edificação como estrutura de concreto, de aço, de madeira, alvenaria estrutural, ou qualquer outro.

Na fase de projeto da edificação é necessário identificar e caracterizar as condições de exposição, identificar na NBR 15575 quais são os requisitos e critérios em função destas condições e adotar soluções construtivas, que comprovadamente (por ensaios ou outros métodos de avaliação) atendam a estas condições.

As atividades de instalação ou execução da obra poderão afetar o desempenho de um subsistema ou componente construtivo, cabendo à gestão da obra identificar quais são estas possíveis influências e ter planejamento da qualidade e controle tecnológico, para assegurar que o desempenho projetado seja efetivamente atingido. Assim, por exemplo, uma parede que deverá ter determinado desempenho acústico para atingir os valores de isolamento acústico medidos em laboratório ou em uma amostra em campo, precisará ter cuidados de execução como por exemplo: o preenchimento total das juntas verticais, assim como a fixação horizontal superior e a instalação de caixas de instalações elétricas sem frestas em seu perímetro.

O usuário deverá ser orientado para saber que o desempenho será atingido e assegurado em determinadas condições de uso e manutenção, que estarão sob sua responsabilidade ao longo da vida útil da edificação. Ainda assim, alterações de condições de exposição em relação às que existiam na época do projeto, podem também afetar o desempenho, como é o caso da intensificação do tráfego de veículos, afetando o desempenho acústico da fachada, ou as mudanças climáticas locais, alterando o desempenho térmico da edificação como um todo.

# 3 NORMAS TÉCNICAS

As normas técnicas no Brasil fazem parte da política nacional de metrologia, normalização industrial e certificação da qualidade de produtos, serviços e pessoal que é formulada, coordenada e supervisionada pelo Conmetro – Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. O Conmetro é um colegiado interministerial e é um órgão normativo que tem o Inmetro como órgão executivo.

A ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas é uma entidade privada sem fins lucrativos e é o Foro Nacional de Normalização desde a sua fundação em 1940.

As normas técnicas elaboradas no âmbito da ABNT não são, em si, documentos obrigatórios por lei, mas se tornam obrigatórios quando leis específicas as citam como obrigatórias.

Os conselhos que regulam o exercício das profissões de engenharia e arquitetura definem o atendimento às normas técnicas como obrigação dos profissionais, que em casos de não observação das mesmas, podem sofrer as sanções previstas na legislação aplicável.

O Código Civil em seu artigo 615 permite ao cliente de obras em contratos de empreitada rejeitar ou obter abatimento, quando não atendidas “regras técnicas em trabalhos de tal natureza” e entende-se que, nos casos de julgamento de causas entre contratantes e contratados, as normas técnicas são em si as regras técnicas a serem seguidas.

A Lei 8078, de 11 de setembro de 1990, conhecida como Código de Defesa do Consumidor, estabelece em seu capítulo V – Das práticas comerciais, Seção IV – Das práticas abusivas, a obrigatoriedade do fornecedor de produtos e serviços em atender normas técnicas:

« Art. 39 - É vedado ao fornecedor de produtos e serviços

*Item VIII - Colocar, no mercado de consumo, qualquer produto ou serviço, em desacordo com as normas expedidas pelos órgãos oficiais competentes ou, se normas específicas não existirem, pela Associação Brasileira de Normas Técnicas ou outra entidade credenciada pelo Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – CONMETRO. »*

Na produção de edificações, qualquer consumidor, cliente único de serviços de projeto e construção de uma residência unifamiliar, ou clientes de unidades de edificações multifamiliares, podem exigir das empresas incorporadoras e construtoras de quem adquirem as unidades, o cumprimento de todas as normas técnicas pertinentes a estes bens.

Ainda há uma relação de obrigatoriedade de atendimento às normas técnicas por indicação de normas específicas em leis municipais como os códigos de obras ou estaduais, como legislação de segurança contra incêndio e também códigos sanitários.

Existem diferentes tipos de normas técnicas publicadas pela ABNT:

- ▶ **Terminologia e classificação:** as normas de terminologia e as normas de classificação estabelecem o padrão de nomenclatura e de classes de produtos;
- ▶ **Normas gerais para viabilidade e contratação:** são normas que estabelecem métodos de análise de custos, padrões de contratos como, por exemplo, a NBR 12721 – Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edifícios – Procedimento.
- ▶ **Projeto:** são as normas que estabelecem métodos e parâmetros de projeto nas várias especialidades como arquitetura, estruturas, sistemas prediais, etc. e normas que devem ser aplicadas em partes do projeto como saídas de emergência, escadas, etc.
- ▶ **Especificação de materiais e componentes:** são as normas que estabelecem características que os produtos devem apresentar, para assegurar um desempenho adequado como as normas de especificação de blocos cerâmicos, de argamassas, etc.



- ▶ **Desempenho do edifício e seus sistemas construtivos:** são normas que não estabelecem características de produtos, mas o comportamento que devem apresentar em relação a requisitos específicos, relativos à função que desempenham na edificação.
- ▶ **Execução de serviços:** são as normas que apresentam procedimentos de execução de serviços e instalação de componentes e sistemas.
- ▶ **Controle tecnológico:** são normas de métodos de ensaios ou procedimentos de controle tecnológico de execução de serviços.
- ▶ **Uso, operação e manutenção:** são normas que estabelecem procedimentos para se elaborar orientações aos usuários, procedimentos e responsabilidades quanto à manutenção das edificações e a atividades de reformas.

Os sistemas de vedação vertical em alvenaria de blocos cerâmicos possuem normas brasileiras de especificação dos componentes, de métodos de ensaio dos componentes, de projeto e de procedimento de execução de serviços as quais são descritas a seguir.

Com o dinamismo do processo de elaboração e revisão de normas, que procura se adequar e acompanhar a evolução tecnológica, podem surgir, ao longo do tempo, novas normas que incidam sobre os sistemas de alvenaria ou as atuais podem ser revisadas. Para acompanhar esta evolução deve-se acessar, sempre, o Catálogo da ABNT, por meio do website [www.abntcatalogo.com.br](http://www.abntcatalogo.com.br) que permite a consulta de novas normas publicadas por período de tempo.

### NORMAS BRASILEIRAS DE PROJETO, ESPECIFICAÇÃO E EXECUÇÃO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO E ESTRUTURAL:

#### NBR 15270

Componentes cerâmicos - Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação - Terminologia e requisitos.

#### NBR 15270

Componentes cerâmicos - Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural - Terminologia e requisitos.

#### NBR 15270

Componentes cerâmicos - Parte 3: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação - Métodos de ensaio.

#### NBR 15812

Alvenaria estrutural - Blocos cerâmicos - Parte 1: Projetos.

#### NBR 8545

Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos.

#### NBR 15812

Alvenaria estrutural - Blocos cerâmicos - Parte 2: Execução e controle de obras.

#### NBR 13281

Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Requisitos.

#### NBR 13529

Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Terminologia.

#### NBR 13749

Revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Especificação.

#### NBR 13867

Revestimento interno de paredes e tetos com pasta de gesso - material, preparo, aplicação e acabamento.

#### NBR 7200

Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Procedimento.

#### NBR 13867

Revestimento interno de paredes e tetos com pasta de gesso - material, preparo, aplicação e acabamento.

A NBR 15575, publicada em 19 de fevereiro de 2013 e em vigor para projetos de empreendimentos de edificações habitacionais protocolados nas prefeituras a partir de 19 de junho de 2013 apresenta, em suas seis partes, um conjunto de 13 (treze) requisitos que em cada parte são especificados para cada subsistema.

Os requisitos gerais previstos na NBR 15575 são:

#### 1. Requisitos relacionados à segurança da edificação e de suas partes:

- ▶ Desempenho estrutural;
- ▶ Segurança contra incêndio;
- ▶ Segurança no uso e operação.

#### 2. Requisitos relacionados à habitabilidade da edificação:

- ▶ Estanqueidade;
- ▶ Desempenho térmico;
- ▶ Desempenho acústico;
- ▶ Desempenho lumínico;
- ▶ Saúde, higiene e qualidade do ar;
- ▶ Funcionalidade e acessibilidade;
- ▶ Conforto tátil e antropodinâmico.

#### 3. Requisitos relacionados à sustentabilidade da edificação:

- ▶ Durabilidade;
- ▶ Manutenibilidade;
- ▶ Adequação ambiental.

Para os sistemas em que os produtos Pauluzzi estão presentes – sistema estrutural, com o sistema de alvenaria estrutural, sistema de vedações verticais internas e vedações verticais externas com a alvenaria de vedação – a norma apresenta requisitos específicos na Parte 2 e na Parte 4, que são detalhados no capítulo a seguir.

# 4

# DESEMPENHO

dos sistemas de alvenaria com ou sem função estrutural

## 4.1

### REQUISITOS E CRITÉRIOS QUE OS SISTEMAS DE ALVENARIA DEVEM ATENDER

Os requisitos e critérios de desempenho, a que os sistemas de vedação vertical devem atender, são definidos pela NBR 15575 Parte 4 e se constituem de exigências que devem ser atendidas pelos componentes e pelo subsistema e por outros que são atendidos por medidas de projeto.

Os requisitos e critérios relacionados ao desempenho do subsistema e seus componentes e que são avaliados por ensaios de laboratório ou de campo ou ainda por cálculos analíticos, são:

#### ► Requisitos e critérios de segurança estrutural:

- Solicitações de cargas provenientes de peças suspensas, atuantes nos sistemas de vedações internas e externas.
- Resistência a impacto de corpo mole.
- Resistência a impacto de corpo duro.
- Ações transmitidas por portas.
- Cargas de ocupação incidentes em guarda-corpos e parapeitos de janelas.

#### ► Requisitos e critérios de segurança contra incêndio:

- Tempo Requerido de Resistência ao Fogo (TRRF) das paredes: os projetistas de arquitetura ou consultores especialistas em segurança contra incêndio devem determinar em função da altura da edificação e do tipo de ocupação a que se destina, o valor do TRRF das paredes exigido pela NBR 14432 e pela legislação vigente.
- Para os revestimentos que venham a ser utilizados nas paredes: combustibilidade, índice de propagação de chamas e densidade ótica de fumaça.

#### ► Requisitos e critérios de desempenho acústico:

Os requisitos de desempenho acústico referem-se ao isolamento acústico proporcionado pelas paredes, no caso da fachada, pelo conjunto paredes e esquadrias e no caso das paredes de geminação, separadas pelo hall entre duas unidades habitacionais, pelo conjunto parede e portas de entrada.

#### • Paredes internas divisórias entre unidades e entre unidades e áreas comuns e conjunto paredes de geminação + portas de entrada às unidades:

Diferença padronizada de nível ponderada ( $DnTw$ ) – ensaio de campo – ou Índice de isolamento sonora ( $Rw$ ) – ensaio em laboratório. O que é requerido da parede e da porta depende do isolamento proporcionado por cada um destes itens e das dimensões do hall, que separa as unidades, bem como dos materiais que são usados no revestimento do hall em função da reverberação que proporcionam. Em geral o desempenho da parede não precisará ser maior que o desempenho mínimo estabelecido para paredes de geminação, quando não há dormitório de um dos lados ( $DnTw$  mínimo de 40 dB), pois em paredes com valores de isolamento maior que isso, não se pode obter o resultado requerido, sem que a porta apresente um desempenho acústico mínimo que deve ser demonstrado pelo fabricante.

- **Paredes externas (fachadas):** Diferença padronizada de nível ponderada ( $D2m,n,Tw$ ) referente ao conjunto parede + esquadria; o papel da parede no desempenho acústico da fachada é secundário, porque a esquadria é determinante deste desempenho. A norma de desempenho não apresenta como estimar o desempenho requerido que é devido à parede e o que é devido à esquadria. A norma BS EN 12354 -3:2000 – “Building acoustics. Estimation of acoustic performance in buildings from the performance of elements. Airborne sound insulation against outdoor sound” apresenta um modelo matemático, que permite estimar em função do que se pretende atingir como resultado final do conjunto parede + esquadria: o que deve ser o desempenho da esquadria e o que deve ser o desempenho da parede. No Anexo “A” deste manual, explica-se como utilizar este modelo e o efeito do desempenho acústico das paredes sobre o conjunto.

### ► Requisitos e critérios de desempenho térmico:

A transmitância térmica e a capacidade térmica do sistema de vedação vertical em fachadas são requisitos, que possuem critérios a serem atendidos em função da zona bioclimática na qual se encontra o empreendimento. A transmitância térmica representa o fluxo de calor entre a fachada e o ambiente externo; já, a capacidade térmica é a quantidade de energia (kJoules) requerida para elevar em um Kelvin a temperatura de uma superfície unitária (1m<sup>2</sup>). A capacidade térmica é importante em zonas bioclimáticas, em que há variações de temperaturas significativas, por isso para a zona bioclimática 8 a NBR 15575 não estabelece critério de capacidade térmica.

A transmitância térmica é função das espessuras e da condutividade térmica dos materiais que compõem a fachada, bem como das cores de revestimento externo, uma vez que estas cores estão associadas à absorvância à radiação solar (propriedade que deve ser fornecida pelos fabricantes dos revestimentos externos para cada cor).

Assim, o desempenho térmico requerido será definido pela espessura e condutividade térmica dos blocos cerâmicos e da espessura e condutividade térmica das argamassas de revestimento e outros materiais, que sejam utilizados, assim como da absorvância térmica decorrente da cor utilizada. Alguns tipos de revestimento possuem propriedades especiais que, mesmo com cores não tão claras, podem apresentar baixa absorvância.

### ► Requisitos e critérios de estanqueidade:

- Paredes internas de áreas molhadas: permeabilidade
- Paredes externas (fachadas): estanqueidade

### ► Requisitos de durabilidade

- Choque térmico.

Requisitos e critérios que devem ser atendidos por medidas de projeto:

### ► Desempenho estrutural

Os requisitos de desempenho estrutural que a norma de desempenho estabelece para as vedações são avaliados por meio de ensaios que são descritos no item 4.2.

Como medidas de projeto que se aplicam ao desempenho estrutural de alvenarias usadas como estrutura (alvenaria estrutural) a NBR 15575 - Parte 2 considera as solicitações estruturais características, de acordo com as prescrições das normas técnicas ABNT NBR 8681- Ações e segurança nas estruturas, ABNT NBR 6120 - Cargas para o cálculo de estruturas de edificações, ABNT NBR 6123 - Forças devidas ao vento em edificações e ABNT NBR 15812-1 – Alvenaria estrutural – Blocos Cerâmicos, simulando, através de modelos matemáticos e físicos, as situações de ruína por esgotamento da capacidade de resistência dos materiais ou por instabilidade do equilíbrio.

O estado-limite de serviço tem como premissa assegurar a durabilidade, quando da utilização normal da estrutura, limitando a formação de fissuras, a magnitude das deformações e a ocorrência de falhas localizadas, que possam prejudicar os níveis de desempenho previstos para a estrutura e os demais elementos e componentes que constituem a edificação, incluindo as instalações hidrosanitárias e demais sistemas prediais.

Tanto para alvenarias de vedação como para alvenaria estrutural, a norma de desempenho remete a exigências prescritas em outras normas técnicas vigentes, no entanto, ela traz novas especificações que devem ser consideradas:

- A Parte 5, que se refere aos sistemas de coberturas, tem interface com os sistemas de vedação vertical, por definir dois aspectos que se relacionam com as paredes externas: a necessidade de estabelecer platibanda, a qual seja capaz de suportar as cargas de equipamentos de manutenção da fachada, com indicação no Manual de uso, operação e manutenção das cargas consideradas para que o condomínio ou proprietário saiba quais equipamentos podem ser usados.
- Ainda na Parte 5, a NBR 15575 considera a situação em que haja possibilidade de acesso a automóveis na cobertura das edificações, estabelecendo a obrigatoriedade de um guarda-corpo, o qual suporte uma carga de 25kN aplicada a 50 cm do piso, o que se deve à necessidade de suportar o impacto de um automóvel em caso de acidente, que cause este impacto. Esta situação ocorre também em sobressolos de edificações, nos quais a solução de vedações externas deve contemplar esta capacidade, em função da parede comum de vedação não suportar esta carga. Nas vedações com alvenaria de blocos cerâmicos esta situação requer a adoção de paredes de blocos estruturais, com dimensionamento pelo projetista de alvenaria estrutural, utilizando-se de grauteamento e armadura que possibilite suportar esta carga. Outra solução é a adoção de vigas de concreto invertidas até a altura requerida pela norma, completando-se a parede com alvenaria de vedação.

### ► Segurança no uso e operação

Os requisitos gerais da NBR 15575 Parte 1 em relação à segurança no uso e operação referem-se, entre outros, à premissa de projeto de que “Devem ser previstas no projeto e na execução formas de minimizar o risco de ferimentos ou contusões em função da dessolidarização ou da projeção de materiais ou componentes a partir das coberturas e das fachadas, tanques de lavar, pias e lavatórios, com ou sem pedestal, e de componentes ou equipamentos normalmente fixáveis em paredes”.

Isso exige que haja um detalhamento de projeto e controle tecnológico dos revestimentos de fachada, visando à aderência entre argamassa ou revestimento cerâmico e a alvenaria e os elementos estruturais de concreto. Especial atenção deve ser dada à especificação de uma argamassa compatível com as deformações previstas no projeto estrutural e com o tratamento adequado de especificações de chapisco e medidas, buscando a aderência do revestimento aos blocos cerâmicos bem como o controle de execução.

## ► Durabilidade

No requisito durabilidade, a NBR 15575 estabelece uma vida útil mínima de 40 anos para os sistemas de vedações verticais externas e de 20 anos para os sistemas de vedações verticais internas.

A vida útil das vedações depende da vida útil da alvenaria como um todo, incluindo as argamassas de assentamento e todos os componentes de revestimento.

As definições de vida útil (VU) e de vida útil de projeto (VUP) na Parte 1 da NBR 15575 deixam claras as responsabilidades dos usuários, porque as operações de manutenção e as condições de uso são determinantes da vida útil, assim como as alterações das condições de exposição.

- A NBR 15575 define como premissas de projeto para a vida útil:

As condições de exposição do edifício devem ser especificadas em projeto, a fim de possibilitar uma análise da Vida Útil de Projeto (VUP) e da durabilidade do edifício e seus sistemas.

As especificações relativas à manutenção, uso e operação do edifício e seus sistemas que forem consideradas em projeto para definição da Vida Útil de Projeto (VUP) devem estar também claramente detalhadas na documentação que acompanha o edifício ou subsidia sua construção. »

Além disso, a NBR 15575 considera que a avaliação do cumprimento dos prazos de vida útil definidos para cada subsistema pode ser realizada:

- Através da verificação do atendimento dos requisitos estabelecidos em Normas Brasileiras, que estejam relacionadas com a durabilidade dos sistemas do edifício, como as normas de projeto que consideram a durabilidade;
- Pela comprovação da durabilidade dos elementos e componentes dos sistemas, bem como de sua correta utilização, conforme as Normas a elas associadas que tratam da especificação dos elementos e componentes, sua aplicação e métodos de ensaios específicos;
- Por análise de campo do sistema através de inspeção em protótipos e edificações, que possibilite a avaliação da durabilidade por conhecimento das características do sistema, obedecendo ao tempo mínimo de comprovação da durabilidade e considerando a vida útil pretendida. A NBR 15575 Parte 1 define que decorridos 50% dos prazos da Vida Útil de Projeto de cada subsistema, desde que não exista histórico de necessidade de intervenções significativas, considera-se atendido o requisito de VUP, salvo prova objetiva em contrário;
- Pela análise dos resultados obtidos em estações de ensaios de durabilidade do sistema, desde que seja possível comprovar sua eficácia.

Assim, um sistema de vedação vertical interna e externa poderá ter o período de vida útil de projeto atendido pela especificação de todos os materiais (argamassas, blocos, revestimentos) em conformidade às suas respectivas normas de especificação e o projeto do sistema, como um todo, em conformidade com as normas de projeto. Também é preciso considerar que os procedimentos de execução de obra, devem atender às respectivas normas técnicas, para não comprometerem as premissas de projeto e especificação que determinam a VUP.

## 4.2 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO QUE COMPROVAM O ATENDIMENTO DOS REQUISITOS E CRITÉRIOS DE DESEMPENHO

A NBR 15575 Parte 4 - Sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE estabelece requisitos e critérios de desempenho, cujo atendimento deve ser comprovado por um conjunto de métodos de avaliação. Conheça a seguir, de forma resumida, os objetivos dos ensaios solicitados para vedações verticais e os métodos pelos quais são realizados.

### Solicitações de cargas provenientes de peças suspensas atuantes nos sistemas de vedações internas e externas

Permite verificar se a parede ensaiada tem características para resistir às solicitações originadas pela fixação de objetos, tais como: armários, prateleiras, redes, quadros ou outros, sem que apresentem danos à alvenaria como fissuras, deslocamentos horizontais, lascas ou rupturas. O método de ensaio consiste em instalar os dispositivos de fixação à parede, para que posteriormente sejam aplicadas cargas na peça.



### Impacto de corpo-mole nos sistemas de vedações verticais internas e externas (SVVIE), com ou sem função estrutural

Permite verificar se a parede apresenta resistência à energia de impacto proveniente de choques acidentais, gerados pelo uso da edificação. O ensaio consiste em aplicar impactos de corpo mole (saco) com massa de 40kg, sendo este solto de alturas estabelecidas, conforme o nível de desempenho desejado, realizando um movimento pendular em direção à parede. Após o ensaio, a parede não deve apresentar fissuras, falhas, sofrer ruptura ou instabilidade.



### Ações transmitidas por portas

O objetivo deste requisito é que a parede resista às ações transmitidas pelo fechamento de portas. O ensaio consiste em realizar dez operações de fechamento brusco da porta, sem que a parede apresente algum tipo de falha como fissuras, rupturas e destacamentos. Analisa-se, também, a ação de um impacto de corpo mole no centro geométrico da folha da porta.



### Impacto de corpo duro incidente nos SVVIE, com ou sem função estrutural

O requisito estabelece que a parede resista aos impactos de corpo duro, não podendo apresentar fissuras, escamações ou qualquer outro tipo de dano, sendo admitidas apenas mossas (sinal deixado pelo impacto) localizadas. O ensaio consiste em aplicar impactos por meio de esferas de aço maciças, sendo estas soltas de alturas estabelecidas conforme o nível de desempenho desejado, realizando um movimento pendular em direção à parede. Posteriormente são registradas as profundidades das mossas e os eventuais danos ocorridos.



### Segurança contra incêndio

As paredes devem dificultar a ocorrência de inflamação generalizada, a propagação do incêndio e preservar a estabilidade estrutural da edificação. O critério a ser atendido pela vedação vertical é o critério de resistência ao fogo, pela avaliação do Tempo Requerido de Resistência ao Fogo (TRRF) que a parede deve atender, em função das exigências da NBR 14432 – Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações – Procedimento, bem como de exigências em relação a isso na legislação municipal e estadual. O Tempo Requerido de Resistência ao Fogo é obtido pelos métodos de ensaios da NBR 5628 – Componentes construtivos estruturais – resistência ao fogo – Método de ensaio e da NBR 10636 – Paredes e divisórias sem função estrutural – Determinação da resistência ao fogo – Método de ensaio. Estes métodos são aplicados com a construção de uma parede protótipo de, no mínimo 2,5m x 2,5m, que é submetida a temperaturas elevadas normatizadas em forno específico para este fim, medindo-se o nível de isolamento a altas temperaturas, estanqueidade aos gases gerados e a resistência da parede ao fogo. Quando a parede é utilizada como parede estrutural, o ensaio é realizado com a aplicação de carga segundo a NBR 5628.



### Estanqueidade

Permite verificar se a parede é estanque à água, proveniente de chuvas incidentes ou de outras fontes, não podendo apresentar infiltrações que proporcionem borrifamentos, escorrimentos ou formação de gotas de água aderentes na face interna, podendo ocorrer pequenas manchas de umidade. Como método de avaliação, simula-se a incidência de chuva e vento na alvenaria por um período de sete horas, considerando-se a pressão correspondente à região de vento em que se encontra a edificação segundo a NBR 6123.



### Desempenho térmico

As paredes utilizadas como vedação externa (fachadas) devem apresentar transmitância térmica, segundo os limites estabelecidos na NBR 15575-4 em função da zona bioclimática, em que se encontra o empreendimento. A transmitância e a capacidade térmica são calculadas em concordância com o método previsto na NBR 15220 - Parte 1.



### Desempenho acústico

Permite verificar o isolamento acústico proporcionado pela vedação, entre o meio externo e o interno, entre unidades autônomas e entre dependências de uma unidade e áreas comuns. A isolamento sonora que uma parede proporciona, deve ser obtida por meio de ensaios de precisão (realizados em laboratório), de engenharia (realizados em campo) ou simplificado de campo. Para estes ensaios, utiliza-se uma fonte sonora que emite ruído em um ambiente e um receptor de ruído afere no recinto subjacente o ruído que chegou a este ambiente, verificando-se assim o isolamento que o elemento de vedação proporciona.



## A INFLUÊNCIA DAS CARACTERÍSTICAS DOS BLOCOS, DAS JUNTAS E DOS REVESTIMENTOS NO DESEMPENHO DOS SISTEMAS DE ALVENARIA

Os sistemas atuais de alvenaria são compostos por mais de um tipo de material. Além disso, para vários requisitos de desempenho exigidos pela norma, a forma geométrica dos blocos e seus vazados influem no desempenho. Sendo assim, é de suma importância que cada fabricante realize a caracterização de seus produtos, pois um mesmo componente, aparentemente igual, pode apresentar desempenho completamente diferente, por ser produzido com materiais de propriedades distintas.

No caso dos blocos cerâmicos, a densidade da argila utilizada e a geometria do produto são características chave para um melhor desempenho, assim como o processo de produção. Estas características acabam interferindo no desempenho global do produto. Um dos aspectos positivos é que a argila permite que se façam ajustes, sendo na mistura de diferentes tipos ou na própria geometria do produto, buscando, desta maneira, encontrar a melhor forma de contribuir para o atendimento dos requisitos solicitados pela norma.

A argamassa de assentamento, utilizada na execução das juntas, tem função expressiva no desempenho de

uma parede. Algumas propriedades como: porosidade, absorção de água, aderência e condutividade térmica, provavelmente serão diferentes entre os fornecedores de argamassa, levando, assim, a desempenhos distintos. O desempenho também deverá sofrer variações quanto às propriedades estruturais, a saber: resistência à compressão, densidade de massa aparente no estado endurecido, resistência à tração na flexão, coeficiente de capilaridade e potencial de resistência à tração.

Torna-se também importante, conhecer as propriedades dos materiais do revestimento e a influência de diferentes espessuras, para que se possa especificar o sistema adequado. Para atingir o desempenho estimado por projeto, é necessário que a execução seja compatível com o que nele foi detalhado.

Neste capítulo, destacam-se alguns itens que influenciam no desempenho final de cada ensaio solicitado para as vedações pela NBR 15.575-4. O capítulo 5 deste manual contém resultados de alguns sistemas ensaiados, porém é necessário que tal desempenho específico seja comprovado com ensaios "in loco".



### Solicitações de cargas provenientes de peças suspensas atuantes nos sistemas de vedações internas e externas

- geometria dos blocos, densidade da argila, qualidade da queima;
- preenchimento adequado das juntas;
- utilização de buchas com desempenho comprovado para a fixação dos elementos, caso se utilize composição de alvenaria com outro sistema, deverão ser verificadas condições para fixação e suporte de cargas.



### Impacto de corpo-mole nos sistemas de vedações verticais internas e externas, com ou sem função estrutural

- geometria dos blocos, densidade da argila, qualidade da queima;
- módulo de elasticidade dos elementos;
- preenchimento das juntas.



### Ações transmitidas por portas

- geometria dos blocos, densidade da argila, qualidade da queima;
- preenchimento das juntas.



### Impacto de corpo duro incidente nos SVVIE, com ou sem função estrutural

- geometria dos blocos, densidade da argila, qualidade da queima;
- propriedades da argamassa de revestimento;
- preenchimento das juntas.



### Segurança contra incêndio

- geometria dos blocos, densidade da argila, qualidade da queima;
- características das argamassas – de assentamento e de revestimento;
- preenchimento das juntas;
- não combustibilidade dos materiais empregados, não emissão de gases tóxicos.



### Estanqueidade

- geometria dos blocos, densidade da argila, qualidade da queima, absorção da água;
- características da argamassa de revestimento – densidade, absorção de água;
- presença de fissuras no revestimento;
- acabamento – tinta ou hidrofugante adequado;
- preenchimento das juntas.



### Desempenho térmico

- geometria do bloco (espessura das paredes do bloco, dimensão dos vazados – sentido, posição e orientação);
- densidade da argila;
- densidade da argamassa de assentamento e revestimento;
- revestimento – o desempenho térmico tem variações, dependendo do tipo de revestimento (gesso, argamassa cimentícia e outros), suas propriedades e a espessura que é aplicado.



### Desempenho acústico

- geometria do bloco;
- massa da parede (peso dos blocos + peso das argamassas de assentamento e revestimento);
- propriedades da argila – densidade;
- módulo de elasticidade;
- método do preenchimento das juntas;
- propriedades das argamassas de assentamento e revestimento;
- espessura do revestimento;
- encunhamento da alvenaria de vedação à viga.

## 4.4 A INFLUÊNCIA DO PROJETO NO DESEMPENHO

As soluções de projeto adotadas têm influência sobre o desempenho e devem ser tomadas com o conhecimento do projetista sobre estas condições. As características que devem ser consideradas pelo projetista são:

### Solicitações de cargas provenientes de peças suspensas atuantes nos sistemas de vedações internas e externas

O projeto deve estabelecer as cargas de uso ou de serviço a serem aplicadas para cada situação específica, os dispositivos ou sistemas de fixação previstos, os locais permitidos para fixação de peças suspensas, e, se houver restrições, devendo mencionar também as recomendações e limitações de uso.

#### Cargas de ensaio e critérios para peças suspensas fixadas por mão-francesa padrão

Carga de ensaio aplicada em cada ponto (kN)	Carga de ensaio aplicada na peça (kN)	Critério de desempenho	Nível de desempenho
0,4	0,8	Ocorrência de fissuras toleráveis, Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h < h/500$ $d_{hr} < h/2500$	M
0,5	1,0	Não ocorrência de fissuras ou destacamentos. Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h < h/500$ $d_{hr} < h/2500$	I
0,6 kN	1,2 kN	Não ocorrência de fissuras ou destacamentos. Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h < h/500$ $d_{hr} < h/2500$	S

Onde:  
 $h$  é altura do elemento parede;  
 $d_h$  é o deslocamento horizontal;  
 $d_{hr}$  é o deslocamento residual;

Fonte: NBR 15575-4

No caso de "redes de dormir", considerar uma carga de uso de 2kN, aplicada em ângulo de 60° em relação à face da vedação. Nesta situação, pode-se admitir um coeficiente de segurança igual a 2 (dois) para a carga de ruptura. Não deve haver ocorrência de destacamento dos dispositivos de fixação ou falhas, que prejudiquem o estado limite de utilização para as cargas de serviço. Este critério é aplicável somente se prevista tal condição de uso para a edificação.

OBS: O carregamento de 2kN corresponde a aproximadamente 203,93 kg (1 kg = 9,807 N em média, embora varie ao longo da superfície da Terra).

### Impacto de corpo-mole nos sistemas de vedações verticais internas e externas, com ou sem função estrutural

Os sistemas de vedações verticais internas e externas devem resistir aos impactos de corpo mole, que são choques acidentais gerados pela utilização futura da edificação. Segundo este requisito, o sistema de vedação vertical não deve sofrer ruptura ou instabilidade, fissuras, falhas que possam comprometer o estado de utilização, provocar danos a componentes, instalações ou acabamentos, quando sofrem o impacto.

Quando o sistema de vedação vertical for utilizado como fachada, se esta tiver função estrutural, deve atender impactos de até 960J. Não tendo a função de estrutura, deve atender impactos de até 720J.

Para utilização do sistema de vedação vertical interna da edificação, quando esta tiver função estrutural, deve atender impactos de até 360J, e de até 120J quando tiver somente a função de vedação.

As tabelas referentes a estes critérios podem ser visualizadas na NBR 15575, capítulo 7.4.1 – Critério – Resistência a impactos de corpo mole.

### Ações transmitidas por portas

Os sistemas de vedações verticais internos e externos, com ou sem função estrutural, devem permitir o acoplamento de portas e resistir a ações transmitidas por estas. Além disso, devem também apresentar desempenho que satisfaça as seguintes condições:

- Quando as portas forem submetidas a dez operações de fechamento brusco, as paredes não devem apresentar falhas, destacamentos no encontro com o marco, cisalhamento, destacamentos em juntas entre componentes das paredes e outros.
- Sob ação de um impacto de corpo mole com energia de 240J, aplicado no centro geométrico da folha da porta, não deve ocorrer arrancamento do marco, nem ruptura ou perda de estabilidade da parede. Admite-se, no contorno do marco, a ocorrência de danos localizados, tais como fissuração e estilhaçamentos.

Durante a elaboração do projeto, é importante que sejam verificados os vãos de maneira que, durante a execução, se consiga fixar as portas adequadamente conforme as especificações do fabricante.



## Impacto de corpo duro incidente nos SVVIE, com ou sem função estrutural

Os sistemas de vedações verticais internos e externos, com ou sem função estrutural, devem resistir aos impactos de corpo duro. Sob a ação destes impactos, as paredes não devem:

- Apresentar fissuras, escamações, delaminações ou qualquer outro tipo de dano, sendo admitidas mossas localizadas;
- Apresentar ruptura ou traspassamento sob ação dos impactos;
- Quando o sistema de vedação vertical for utilizado como fachada, com ou sem função estrutural, deve-se atender a impactos de até 20J, e de até 10J quando o sistema for utilizado na parte interna da edificação. As tabelas referentes a estes critérios podem ser visualizadas na NBR 15575, capítulo 7.7.1 – Critério – Resistência a impactos de corpo duro.

## Segurança contra incêndio

Os sistemas de vedações verticais que integram as edificações habitacionais, devem atender a ABNT NBR 14432, visando controlar os riscos de propagação do incêndio e preservar a estabilidade estrutural da edificação em situação de incêndio.

As paredes estruturais devem apresentar resistência ao fogo por um período mínimo de 30 minutos, assegurando neste período condições de estabilidade, estanqueidade e isolamento térmica, no caso de edificações habitacionais de até cinco pavimentos. O tempo requerido de resistência ao fogo (TRRF) deve ser considerado, entretanto, conforme a ABNT NBR 14432, considerando a altura da edificação habitacional e o tipo de ocupação, para os demais casos.

As paredes de geminação (paredes entre unidades) de casas térreas geminadas e de sobrados geminados, bem como as paredes entre unidades habitacionais e que fazem divisa com as áreas comuns nos edifícios multifamiliares, são elementos de compartimentação horizontal e devem apresentar resistência ao fogo por um período mínimo de 30 minutos.

No caso de unidade habitacional unifamiliar, isolada, até 2 pavimentos, exige-se resistência ao fogo de 30 minutos para os SVVIE somente na cozinha e ambiente fechado que abrigue equipamento de gás.

O projetista de arquitetura ou projetista/consultor, especialista em segurança contra incêndio, deverá estabelecer os tempos requeridos de resistência ao fogo (TRRFs) das diferentes paredes segundo o que estabelece a NBR 14432 e a NBR 9077, bem como legislação local (municipal e de Corpo de Bombeiros). Com estes valores, deve-se especificar as paredes com base nos resultados de ensaios apresentados no item 5.2 deste manual.

O projetista deverá atentar-se também ao tipo de revestimento que irá utilizar. Alguns tipos de revestimentos, como tecidos, papéis de parede, revestimentos acrílicos, entre outros, podem alterar o desempenho do sistema.

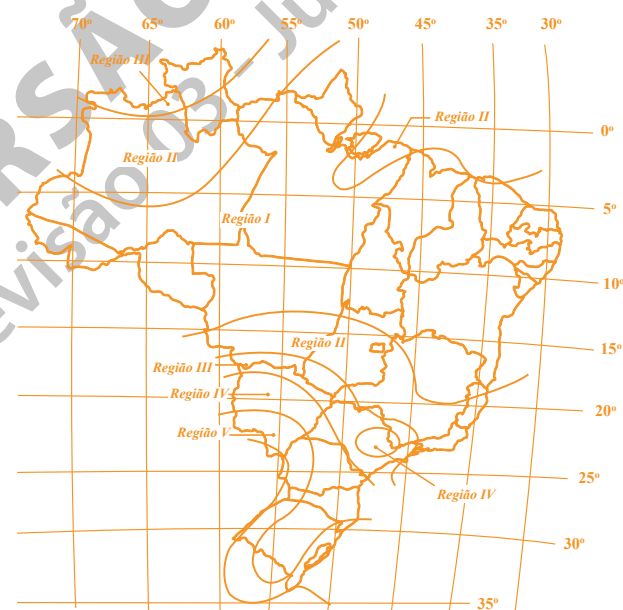
## Estanqueidade

A estanqueidade proporcionada por um sistema de vedação externa, segundo a NBR 15575-4, deve ser avaliada segundo a região de vento em que se encontra o empreendimento.

Para cada região de vento a NBR 15575 estabelece a pressão estática a que se deve submeter a fachada. A região de vento é determinada por meio da NBR 6123 - Forças devidas ao vento em edificações, na qual as isopletas, que delimitam as regiões de vento, são definidas em função de dados de latitude, longitude e altitude dos municípios.

Para enquadrar o município em que se encontra o empreendimento na região de vento correta, o proponente deve se utilizar do mapa que faz parte da NBR 6123 e fazer a interpolação das coordenadas de latitude e longitude do município entre duas isopletas lá apresentadas.

## Regiões de vento



Fonte: NBR 15575-4

## Condições de ensaio de estanqueidade à água de sistemas de vedação verticais externas

Região do Brasil	Condições de ensaio de paredes	
	Pressão estática Pa	Vazão de água L / m <sup>2</sup> min
I	10	3
II	20	
III	30	
IV	40	
V	50	

Fonte: NBR 15575-4

O projetista que especifica a vedação vertical externa, deve analisar os resultados dos ensaios realizados no item 5.3 deste manual, constatando, para a região de vento do empreendimento, a parede que atende ao requisito de estanqueidade.

- O projeto deve indicar os detalhes construtivos para as interfaces e juntas entre componentes, a fim de facilitar o escoamento da água e evitar a sua penetração para o interior da edificação. Esses detalhes devem levar em consideração as solicitações, a que os componentes da vedação externa estarão sujeitos durante a vida útil de projeto da edificação habitacional.
- O projeto deve contemplar também obras de proteção no entorno da construção, a fim de evitar o acúmulo de água nas bases da fachada da edificação.
- Tanto a estanqueidade quanto a durabilidade da vedação vertical externa dependem da proteção, que seja proporcionada pelo sistema de revestimento como um todo incluindo o revestimento em argamassa, o acabamento e revestimento final porque contribuem para fechar/vedar as pequenas fissuras e fretas que permitem a penetração de água.

### Desempenho térmico

O requisito da NBR 15575 quanto ao desempenho térmico da unidade habitacional estabelece dois aspectos a serem atendidos: o controle da troca de calor pela fachada e pela cobertura e ventilação mínima, a ser proporcionada pelas aberturas para o meio externo.

O primeiro requisito a atender é de que a vedação vertical externa, apresente transmitância térmica e capacidade térmica, que proporcionem pelo menos desempenho térmico mínimo estabelecido para cada zona bioclimática estabelecida na ABNT NBR 15220-3.

### Zoneamento bioclimático brasileiro



Fonte: NBR 15220-3

Cidades do Rio Grande do Sul apresentadas na relação de municípios do zoneamento climático na NBR 15220 Parte 3.

**Zona 1** - Bom Jesus, Caxias do Sul, São Francisco de Paula

**Zona 2** - Alegrete, Bagé, Cruz Alta, Encruzilhada do Sul, Passo Fundo, Pelotas, Santa Maria, Santa Vitória do Palmar, São Luiz Gonzaga, Uruguaiana

**Zona 3** - Iraí, Porto Alegre, Rio Grande, Torres

A NBR 15575 Parte 1 define que, na falta de dados para a cidade, onde se encontra o empreendimento, recomenda-se utilizar os dados climáticos de uma cidade com características climáticas semelhantes e na mesma Zona Bioclimática brasileira (conforme indicado na NBR 15220-Parte 3).

O primeiro passo, no atendimento ao requisito de desempenho térmico, é aplicar o procedimento simplificado que consiste em atender com o sistema de vedação vertical externo os valores admissíveis estabelecidos na NBR 15575 Parte 4 para a transmitância térmica e capacidade térmica.

Este atendimento depende da composição do sistema, envolvendo a vedação (blocos) e os revestimentos, incluindo a cor das fachadas porque esta define a absorptância térmica da superfície –  $\alpha$  – que é o quociente da taxa de radiação solar absorvida por uma superfície, pela taxa de radiação solar incidente sobre esta mesma superfície.

A absorptância à radiação solar depende da cor da superfície. Quanto mais escura a cor, maior será a absorptância. Os fabricantes de acabamentos para paredes externas devem fornecer as absorptâncias de seus produtos. Se o revestimento externo tiver absorptância até 0,6 a NBR 15575 permite uma transmitância até 2,5 W/m².K para as Zonas Bioclimáticas 1 e 2 e até 3,7 W/m².K para as demais.

### Critério – Transmitância térmica de paredes externas

Os valores máximos admissíveis para a transmitância térmica (U) das paredes externas estão apresentados na tabela a seguir.

#### Transmitância térmica de paredes externas

Transmitância Térmica U (W/m².K)		
Zonas 1 e 2	Zonas 3, 4, 5, 6, 7 e 8	
$U \leq 2,5$	$\alpha^a \leq 0,6$	$\alpha^a > 0,6$
	$U \leq 3,7$	$U \leq 2,5$
<sup>a</sup> $\alpha$ é absorptância à radiação solar da superfície externa da parede.		

Fonte: NBR 15575-4

Nas zonas bioclimáticas 1 e 2, independentemente da absorptância, a transmitância não pode ser maior que 2,5 W/m².K. Nestas zonas as paredes precisam ter troca de calor mais limitada com o meio externo em função das baixas temperaturas de inverno. Quando as cores utilizadas tem  $\alpha > 0,6$  a transmitância é limitada também a 2,5 W/m².K porque com estes valores de absorptância, há maior absorção de radiação solar pela parede.

## Capacidade térmica de paredes externas

A capacidade térmica da fachada é a quantidade de calor que ela precisa receber para alterar a temperatura de uma área de  $1\text{m}^2$  em uma unidade de temperatura. A unidade da capacidade térmica é  $\text{kJ}/\text{m}^2.\text{K}$ .

Os valores mínimos admissíveis para a capacidade térmica (CT) das paredes externas estão apresentados na tabela a seguir

Para especificar a fachada atendendo os requisitos de desempenho térmico o projetista deverá a partir da escolha da composição da parede – tipo e espessura de blocos, tipo e espessura dos revestimentos externo e interno - calcular a transmitância e a capacidade térmica e, com a absorvância da cor do revestimento externo a ser escolhida, verificar o limite admissível a ser atendido.

### Capacidade térmica de paredes externas

Capacidade térmica (CT) $\text{kJ} / \text{m}^2.\text{K}$	
Zona 8	Zonas 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7
Sem exigência	$\geq 130$

Fonte: NBR 15575-4

O item 5.4 deste manual apresenta os valores calculados para paredes utilizadas como fachadas, compostas por blocos cerâmicos assentados com argamassa e com diferentes composições de revestimento.

Caso o valor resultante não atenda aos critérios da NBR 15575 para a zona bioclimática considerada, deve-se adotar outra composição de parede que atenda.

A NBR 15575 permite ainda que, não atendendo a estes critérios, sejam verificadas condições de temperaturas dos ambientes proporcionadas com aquela fachada antes de alterá-la, o que pode ser feito por simulação térmica computacional ou medição "in loco", mas para isso cada empreendimento deve ser avaliado individualmente.

O desempenho térmico da edificação como um todo e de seus ambientes depende ainda de outras variáveis de projeto como a ventilação proporcionada pelas aberturas, o sombreamento dos vidros para reduzir os efeitos do calor de radiação e outras que dependem das características arquitetônicas da edificação.

## Desempenho acústico

O desempenho acústico dos ambientes de uma edificação é determinado pelo desempenho do conjunto de sistemas construtivos, que delimitam estes ambientes, como sistemas de vedações verticais internas (paredes e portas) e externas (paredes e esquadrias), de pisos, forros e também dos sistemas hidráulicos.

Os sistemas, individualmente, devem ter o desempenho mínimo estabelecido na NBR 15575 para cada um, no entanto, o desempenho para o ambiente dependerá do conjunto.

Os níveis de desempenho para vedações externas e internas, determinados pela norma, estão apresentados nas tabelas a seguir:

### Diferença padronizada de nível ponderada da vedação externa $D_{nT,w}$ , parede + esquadrias, para ensaios de campo

Classe de ruído	Localização da habitação	$D_{2m, nT, w}$ [dB]	Nível de desempenho
I	Habitação localizada distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas.	$\geq 20$	M
		$\geq 25$	I
		$\geq 30$	S
II	Habitação localizada em áreas sujeitas a situação de ruído não enquadráveis nas classes I e III.	$\geq 25$	M
		$\geq 30$	I
		$\geq 35$	S
III	Habitação sujeita a ruído intenso de meios de transporte e de outras naturezas, desde que conforme a legislação.	$\geq 30$	M
		$\geq 35$	I
		$\geq 40$	S

Fonte: NBR 15575-4

### Diferença padronizada de nível ponderada entre ambientes, $D_{nT,w}$ – ensaio em campo

Elemento	$D_{nT, w}$ [dB]	Nível de desempenho
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações onde não haja ambiente dormitório.	40 a 44	M
	45 a 49	I
	$\geq 50$	S
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), no caso em que pelo menos um dos ambientes é dormitório.	45 a 49	M
	50 a 55	I
	$\geq 55$	S
Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadarias nos pavimentos.	40 a 44	M
	45 a 49	I
	$\geq 50$	S
Parede cega de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual como corredores e escadarias dos pavimentos.	30 a 34	M
	35 a 39	I
	$\geq 40$	S
Parede cega entre uma unidade habitacional e áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, como <i>home theater</i> , salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas.	45 a 49	M
	50 a 54	I
	$\geq 55$	S
Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo hall ( $D_{nT, w}$ obtida entre as unidades).	40 a 44	M
	45 a 49	I
	$\geq 50$	S

Fonte: NBR 15575-4

### Índice de redução sonora ponderado, $R_w$ , de fachadas, para ensaio em laboratório

Classe de ruído	Localização da habitação	$R_w$ [dB]	Nível de desempenho
I	Habitação localizada distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas.	$\geq 25$	M
		$\geq 30$	I
		$\geq 35$	S
II	Habitação localizada em áreas sujeitas a situações de ruído não enquadráveis nas classes I e III.	$\geq 30$	M
		$\geq 35$	I
		$\geq 40$	S
III	Habitação sujeita a ruído intenso de meios de transporte e de outras naturezas, desde que conforme a legislação.	$\geq 35$	M
		$\geq 40$	I
		$\geq 45$	S

Fonte: NBR 15575-4

O ensaio em laboratório (índice de redução sonora –  $R_w$ ) que é de responsabilidade do fabricante deve ser a base para o especificador adotar determinada parede, lembrando, no entanto, que a exigência para o construtor é o resultado em campo (DnTw).

### Índice de redução sonora ponderado, $R_w$ , de componentes construtivos utilizados nas vedações entre ambientes, para ensaios em laboratório

Elemento	$R_w$ [dB]	Nível de desempenho
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações onde não haja ambiente dormitório.	45 a 49	M
	50 a 54	I
	$\geq 55$	S
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), caso pelo menos um dos ambientes seja dormitório.	50 a 54	M
	55 a 59	I
	$\geq 60$	S
Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadarias nos pavimentos.	45 a 49	M
	50 a 54	I
	$\geq 55$	S
Parede cega de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual como corredores e escadarias dos pavimentos.	35 a 39	M
	40 a 44	I
	$\geq 45$	S
Parede cega entre uma unidade habitacional e áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, como <i>home theater</i> , salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas.	50 a 54	M
	55 a 59	I
	$\geq 60$	S
Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo hall.	45 a 49	M
	50 a 54	I
	$\geq 55$	S

Fonte: NBR 15575-4

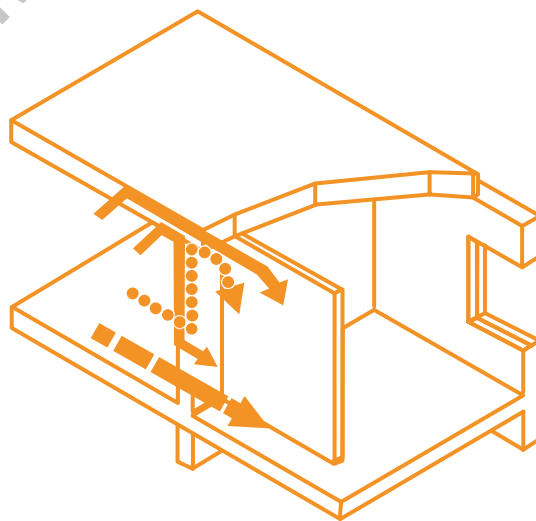
A norma estabelece critérios de desempenho mais brandos, quando não se tem divisas de dormitórios com dormitórios ou com qualquer outro cômodo de outro apartamento. Nestes casos, o isolamento acústico deve ser igual ou maior que 40dB (medição in loco). Sempre que houver dormitório em divisa com outra unidade habitacional, este valor aumenta para 45dB (medição in loco).

O projeto pode ter como premissa que os dormitórios fiquem o mais distante possível de ambientes das outras unidades no mesmo pavimento, evitando assim esta condição que requer maior isolamento.

Em caso desta premissa não ser atendida e ser necessário posicionar um dormitório em divisa, alguns itens são importantes para se melhorar o desempenho acústico da parede que faz a divisa:

- reduzir ao máximo a presença de pontos elétricos, hidráulicos, ar-condicionado, ou qualquer outra instalação nesta parede;
- fazer o preenchimento de todas as juntas verticais e horizontais, não deixando frestas entre os blocos;
- evitar que paredes de dormitórios estejam na divisa com elevadores, por esta região ser mais suscetível a ruído e vibração;
- em caso de prédios com estrutura de concreto armado e paredes de vedação, sempre fazer o encunhamento adequado;
- cuidar com poços de ventilação e iluminação, que podem ser fontes de ruídos entre dois ou mais pavimentos;
- poço de elevador – geralmente é feito sem revestimento para o lado do elevador, atentar para o desempenho acústico de ambientes adjacentes a ele.

A medição “in loco” é influenciada por vários fatores como: técnica construtiva, o volume da peça de recepção, o tempo de reverberação, assim como transmissões que possam ocorrer por instalações elétricas ou hidráulicas da partição em questão, ou por partições laterais contíguas ao local.



Os principais itens que influenciam o isolamento acústico em uma edificação são:

**A transmissão direta:** isolamento acústico do sistema de vedação vertical;

**Transmissões laterais ou indiretas:** isolamento acústico dos elementos de flanco (fechamentos que compõem os recintos) e uniões entre elementos construtivos (tipologia, tamanho);

**Morfologia:** Geometrias dos recintos (dimensões, morfologia) e dos elementos construtivos.

Os resultados de ensaios, realizados em laboratório pelos fabricantes de materiais, são obtidos a partir de determinadas condições de execução do elemento construtivo (parede).

Estas condições deverão ser reproduzidas em campo, visando atingir ao resultado esperado. Os requisitos de desempenho que o sistema de alvenaria deve atender são diretamente afetados por diversos aspectos de execução, alguns deles destacados a seguir:



#### **Solicitações de cargas provenientes de peças suspensas atuantes nos sistemas de vedações internas e externas**

- utilização de buchas com desempenho comprovado;
- instalação adequada das buchas;
- correto preenchimento das juntas.



#### **Impacto de corpo-mole nos sistemas de vedações verticais internas e externas, com ou sem função estrutural**

- correto preenchimento das juntas;
- encunhamento adequado, quando em alvenaria de vedação;
- correto posicionamento das telas de fixação da alvenaria aos pilares, quando alvenaria de vedação;
- execução bem realizada da espessura do revestimento determinado em projeto.



#### **Ações transmitidas por portas**

- fixação das portas conforme indicado pelo fabricante ou especificado em projeto;
- preenchimento correto das juntas.



#### **Impacto de corpo duro incidente nos SVVIE, com ou sem função estrutural**

- preenchimento adequado das juntas;
- correto encunhamento, quando em alvenaria de vedação;
- posicionamento correto das telas de fixação da alvenaria aos pilares, quando alvenaria de vedação;
- execução adequada da espessura do revestimento determinado em projeto.



#### **Segurança contra incêndio**

- correta execução da espessura do revestimento determinado em projeto;
- preenchimento adequado das juntas.



#### **Estanqueidade**

- execução adequada da espessura do revestimento;
- aplicação bem realizada do revestimento, para que se evite fissuramento;
- aplicação das devidas demãos de tinta, para o cobrimento necessário da superfície.



#### **Desempenho térmico**

- correta execução da espessura do revestimento.



#### **Desempenho acústico**

- correta execução da espessura do revestimento;
- preenchimento adequado das juntas.

As ações de uso ao longo da vida útil da edificação podem não só alterar o desempenho do sistema de vedações verticais internos e externos, mas também trazer consequências para o desempenho da edificação como um todo.

Devem ser apresentadas no “Manual de uso e manutenção do empreendimento” – a ser elaborado em conformidade à NBR 14037 - e entregue aos usuários pela incorporadora e/ou construtora, as condições a serem respeitadas, a fim de que o desempenho projetado e entregue da edificação não seja alterado.

As recomendações que devem aparecer no manual, em especial, aquelas cujas ações afetam o desempenho estrutural das vedações, são:

#### **Desempenho estrutural**

- Não executar nichos ou aberturas ou suprimir paredes com função estrutural.
- Não suprimir paredes sem consultar a construtora ou o projetista, pois mesmo uma parede que não tenha função estrutural ao ser suprimida pode ter efeitos sobre o desempenho estrutural.
- Não submeter as paredes a cargas de peças suspensas, maiores que as cargas para as quais as mesmas são projetadas (verificar cargas previstas no projeto), assim como não usar elementos de fixação, que não sejam os indicados (pregos, parafusos e buchas inadequados, etc).
- Não utilizar equipamentos de manutenção de fachadas com cargas maiores do que as indicadas em projeto.

#### **Segurança contra incêndio**

Os revestimentos especificados pela construtora atendem a requisitos de controle de propagação de chamas e emissão de fumaça. Ao alterá-los, será necessário manter as referidas especificações, procurando-se materiais que atendem aos critérios da NBR 15575 Parte 4.

Em determinadas paredes das áreas comuns da edificação e das divisas destas com as áreas privativas, existem exigências de normas e da legislação vigente quanto ao Tempo Requerido de Resistência ao Fogo (TRRF). Se as paredes forem alteradas numa reforma, é preciso que mantenham estas características de especificação que influem sobre o TRRF que envolvem a espessura, as juntas e os revestimentos.

#### **Segurança no uso e operação**

A aderência de revestimentos na alvenaria, em especial nos revestimentos externos, é um fator de segurança, pois o descolamento de partes dos revestimentos pode causar ferimentos em usuários ou transeuntes. Ao fazer reformas ou alterações, que impliquem mudanças nos revestimentos, devem ser observados os controles de projeto e/ou execução de obra, que asseguram a aderência.

#### **Desempenho térmico**

A remoção ou troca de revestimentos, inclusive uma alteração radical de cor do revestimento externo (de uma cor clara para uma cor muito escura e/ou contrário), podem afetar o desempenho térmico do sistema de alvenarias externas, em função de modificar a transmitância e capacidade térmica.

#### **Desempenho acústico**

A remoção ou troca de revestimentos, abertura de nichos ou abertura das alvenarias para colocação de instalações elétricas não previstas, afetam o desempenho acústico do sistema de alvenarias.

#### **Estanqueidade**

A remoção de revestimentos e sistemas ou partes de sistemas de impermeabilização, por motivos de reforma, pode prejudicar a estanqueidade dos sistemas de vedações verticais internos entre ambientes molhados e secos ou molháveis.

As fachadas podem ter sua estanqueidade comprometida se não forem feitas as operações de manutenção como repinturas, por exemplo. A estanqueidade nos encontros das fachadas com pisos externos, com esquadrias pode ser alterada se alguma operação de reforma ou alteração de projeto for feita nestes elementos construtivos.

#### **Durabilidade/vida útil**

A durabilidade, expressa pela vida útil das paredes externas e internas, depende da manutenção das condições de projeto, da não utilização de cargas nas paredes, além das previstas e/ou da falta de realização das operações de manutenção previstas no Manual de uso e manutenção, como lavagem ou repintura ou ainda medidas corretivas que se façam necessárias.

A vida útil das vedações externas depende, ainda, da correta especificação dos revestimentos externos face às condições de exposição, tais como: chuva, umidade, variações térmicas, poluição, salinidade, etc. Se estas condições mudarem ao longo do tempo aumentando a agressividade aos materiais, a vida útil pode ser afetada, assim como se ao especificar estes sistemas numa reforma, não se observe estas condições.

# 5

# DESEMPENHO

de vedações verticais com blocos cerâmicos Pauluzzi

Este capítulo apresenta os resultados de avaliações de desempenho de sistemas de vedações verticais com blocos cerâmicos Pauluzzi, em relação aos requisitos e critérios de desempenho da NBR 15575 – Edificações habitacionais – desempenho, 2013.

## Os requisitos e critérios avaliados foram:

- ▶ **Desempenho estrutural:** ensaios referentes à capacidade de suporte das paredes quando submetidas às:
  - Solicitações de cargas provenientes de peças suspensas atuantes nos sistemas de vedações internas e externas;
  - Impacto de corpo-mole;
  - Ações transmitidas por portas;
  - Impacto de corpo duro.
- ▶ **Segurança contra incêndio:** ensaio para caracterização do Tempo Requerido de Resistência ao Fogo (TRRF) de paredes;
- ▶ **Estanqueidade:** ensaio de estanqueidade das paredes utilizadas em fachada;
- ▶ **Desempenho térmico:** cálculos analíticos da transmitância térmica e da capacidade térmica de paredes utilizadas como fachadas;
- ▶ **Desempenho acústico:** ensaios em laboratório para medição do Índice de Isolação Sonora ( $R_w$ ) de paredes utilizadas como divisórias entre unidades, entre unidades e áreas comuns e em fachadas.

Os resultados apresentados neste capítulo servem como referência a projetistas, incorporadores e construtores para especificar as paredes que atendam ao que requer a NBR 15575 para cada ambiente.

No corpo do texto que apresenta cada resultado, foram apresentadas as informações necessárias para que se utilizem as paredes com as mesmas características ensaiadas. Observa-se que o desempenho é referente ao sistema, isto é, as características como tipo de bloco, massa/peso da parede, espessura e tipo de revestimentos utilizados, têm influência sobre os resultados, e, portanto, para obter o mesmo desempenho dos resultados atingidos é necessário que se execute paredes com as mesmas características ensaiadas.

Em especial para os resultados de desempenho acústico, obtidos em laboratório, deve-se considerar que a NBR 15575 exige o atendimento a critérios medidos em campo. Assim, uma parede que em laboratório atingiu  $R_w = 41$  dB, só poderá ser utilizada para ambientes/tipos de paredes em que a NBR 15575 requer 40 dB em campo se não houver perda quando se medir o desempenho acústico desta mesma parede em campo. Isto que dependerá da qualidade da execução, da existência de aberturas nas paredes, etc. A NBR 15575 admite uma perda de até 5 dB numa parede com medição de desempenho acústico em laboratório.

Os resultados devem ser analisados mediante leitura conjunta com o capítulo 4, onde são descritos os critérios a atender para cada requisito.

Caso se tenha o interesse em verificar maiores detalhes sobre um determinado ensaio, este deverá ser solicitado à Pauluzzi, utilizando-se do número do relatório.

## 5.1 DESEMPENHO ESTRUTURAL

### 5.1.1 Peças suspensas

#### 5.1.1.1 Mão Francesa



#### **Bloco Light 9x19x29 – Fbk 1,5MPa** | Relatório de Ensaio N° 92.796

Medições realizadas no dia 13 de janeiro de 2015 no LMCC/UFSC

Parede de alvenaria com bloco cerâmico 9x19x29 Light, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentadas com argamassa de assentamento estrutural 4 MPa e com peso aproximado de 137 Kg/m<sup>2</sup>. A parede foi ensaiada com revestimento de reboco médio de 1,5cm em ambos os lados, espessura total da parede 12cm. A fixação da mão francesa padrão foi feita utilizando-se buchas plásticas marca Fischer SX10 (Parafuso 6-8).



A carga máxima de 1,2kN aplicada na peça foi mantida constante por um período de 24 horas, sem alterações.



#### **Bloco Light 11,5x19x29 – Fbk 1,5MPa** | Relatório de Ensaio N° 92.798

Medições realizadas no dia 13 de janeiro de 2015 no LMCC/UFSC

Parede de alvenaria com bloco cerâmico Light 11,5x19x29, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentadas com argamassa de assentamento estrutural 4 MPa e com peso aproximado de 146 Kg/m<sup>2</sup>. A parede foi ensaiada com revestimento de 1,5cm de reboco médio em ambos os lados, espessura total da parede de 14,5cm. A fixação da mão francesa padrão foi feita utilizando-se buchas plásticas marca Fischer SX10 (Parafuso 6-8).



A carga máxima de 1,2kN aplicada na peça foi mantida constante por um período de 24 horas, sem alterações.



#### **Bloco Light 14x19x29 – Fbk 1,5MPa** | Relatório de Ensaio N° 92.797

Medições realizadas no dia 13 de janeiro de 2015 no LMCC/UFSC

Parede de alvenaria com bloco cerâmico Light 14x19x29, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentadas com argamassa de assentamento estrutural 4 MPa e com peso aproximado de 163 Kg/m<sup>2</sup>. A parede foi ensaiada com revestimento de 1,5cm de reboco médio em ambos os lados, espessura total da parede de 17cm. A fixação da mão francesa padrão foi feita utilizando-se buchas plásticas marca Fischer SX10 (Parafuso 6-8).



A carga máxima de 1,2kN aplicada na peça foi mantida constante por um período de 24 horas, sem alterações.



#### **Bloco Light 19x19x29 – Fbk 1,5MPa** | Relatório de Ensaio N° 93.627

Medições realizadas no dia 26 de fevereiro de 2015 no LMCC/UFSC

Parede de alvenaria com bloco cerâmico Light 19x19x29, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentadas com argamassa de assentamento estrutural 4 MPa. A parede foi ensaiada com revestimento de argamassa de reboco grosso na parte externa com espessura (com chapisco) de 2,5 cm e com revestimento de argamassa de reboco médio na parte interna com espessura de 1,0 cm, tendo peso aproximado de 191 Kg/m<sup>2</sup> e espessura final de 22,5cm. A fixação da mão francesa padrão foi feita utilizando-se buchas plásticas marca Fischer SX10 (Parafuso 6-8).



A carga máxima de 1,2kN aplicada na peça foi mantida constante por um período de 24 horas, sem alterações.



### **Bloco de Vedação 9x19x29 – Fbk 3 MPa** | Relatório de Ensaio N° 92.795

Medições realizadas no dia 13 de janeiro de 2015 no LMCC/UFSM

Parede de alvenaria com bloco cerâmico de vedação 9x19x29 – 3 MPa, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentadas com argamassa de assentamento estrutural 4 MPa e com peso aproximado de 147 Kg/m<sup>2</sup>. A parede foi ensaiada com revestimento externo e interno de reboco médio, ambos de 1,5cm. Espessura total da parede de 12cm. A fixação da mão francesa padrão foi feita utilizando-se buchas plásticas marca Fischer SX10 (Parafuso 6-8).



A carga máxima de 1,2kN aplicada na peça foi mantida constante por um período de 24 horas, sem alterações.



### **Bloco de Vedação 11,5x19x29 – Fbk 3 MPa** | Relatório de Ensaio N° 93.006

Medições realizadas no dia 26 de fevereiro de 2015 no LMCC/UFSM

Parede de alvenaria com bloco cerâmico de vedação 11,5x19x29 – 3 MPa, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentadas com argamassa de assentamento estrutural 4 MPa e com peso aproximado de 153 Kg/m<sup>2</sup>. A parede foi ensaiada com revestimento interno e externo de reboco médio, ambos de 1,5cm. Espessura total da parede de 14,5cm. A fixação da mão francesa padrão foi feita utilizando-se buchas plásticas marca Fischer SX10 (Parafuso 6-8).



A carga máxima de 1,2kN aplicada na peça foi mantida constante por um período de 24 horas, sem alterações.



### **Bloco Estrutural 14x19x29 – Fbk 7 MPa** | Relatório de Ensaio N° 84.305

Medições realizadas no dia 14 de novembro de 2013 no LMCC/UFSM

Parede de alvenaria com bloco cerâmico estrutural com paredes vazadas 14x19x29 – 7 MPa, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentadas com argamassa de assentamento estrutural 4 MPa e com densidade aproximada de 181 Kg/m<sup>2</sup>. A parede foi ensaiada com revestimento de argamassa de reboco grosso na parte externa com espessura (com chapisco) de 2,5 cm e com revestimento de argamassa de reboco médio na parte interna com espessura de 1,0 cm. Espessura total da parede de 17,5cm. A fixação da mão francesa padrão foi feita utilizando-se buchas plásticas marca Fischer SX10 (Parafuso 6-8).



A carga máxima de 1,2kN aplicada na peça foi mantida constante por um período de 24 horas, sem alterações.



### **Bloco Estrutural 19x19x29 – Fbk 7 MPa** | Relatório de Ensaio N° 88.340

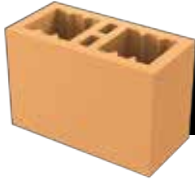
Medições realizadas no dia 6 de maio de 2014 no LMCC/UFSM

Parede de alvenaria com bloco cerâmico estrutural com paredes vazadas 19x19x29 – 7 MPa, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentadas com argamassa de assentamento estrutural 4 MPa e com densidade aproximada de 196 Kg/m<sup>2</sup>. A parede foi ensaiada com revestimento de argamassa de reboco grosso na parte externa com espessura (com chapisco) de 2,5 cm e com revestimento de argamassa de reboco médio na parte interna com espessura de 1,0 cm. Espessura total da parede de 22,5cm. A fixação da mão francesa padrão foi feita utilizando-se buchas plásticas marca Fischer SX10 (Parafuso 6-8).



A carga máxima de 1,2kN aplicada na peça foi mantida constante por um período de 24 horas, sem alterações.





### **Bloco Estrutural 14x19x29 – Fbk 10 MPa** | Relatório de Ensaio N° 84.306

Medições realizadas no dia 14 de novembro de 2013 no LMCC/UFSM

Parede de alvenaria com bloco cerâmico estrutural de paredes maciças 14x19x29 – Fbk 10 MPa, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentadas com argamassa de assentamento estrutural 4 MPa e com densidade aproximada de 197 Kg/m<sup>2</sup>. A parede foi ensaiada com revestimento de argamassa de reboco grosso na parte externa com espessura (com chapisco) de 2,5 cm e com revestimento de argamassa de reboco médio na parte interna com espessura de 1,0 cm. Espessura total da parede de 17,5cm. A fixação da mão francesa padrão foi feita utilizando-se buchas plásticas marca Fischer SX10 (Parafuso 6-8).



A carga máxima de 1,2kN aplicada na peça foi mantida constante por um período de 24 horas, sem alterações.



### **Bloco Estrutural 14x19x29 – Fbk 15 MPa** | Relatório de Ensaio N° 88.345

Medições realizadas no dia 6 de maio de 2014 no LMCC/UFSM

Parede de alvenaria com bloco cerâmico estrutural com paredes maciças 14x19x29 – Fbk 15 MPa, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentadas com argamassa de assentamento estrutural 4 MPa. A parede foi ensaiada com revestimento de argamassa de reboco grosso na parte externa com espessura (com chapisco) de 2,5 cm e com revestimento de argamassa de reboco médio na parte interna com espessura de 1,0 cm, tendo massa por superfície  $\approx$  198 Kg/m<sup>2</sup>. Espessura total da parede de 17,5cm. A fixação da mão francesa padrão foi feita utilizando-se buchas plásticas marca Fischer SX10 (Parafuso 6-8).



A carga máxima de 1,2kN aplicada na peça foi mantida constante por um período de 24 horas, sem alterações.



### **Bloco Estrutural 19x19x29 – Fbk 15 MPa** | Relatório de Ensaio N° 93.474

Medições realizadas no dia 25 de fevereiro de 2015 no LMCC/UFSM

Parede de alvenaria com bloco cerâmico estrutural 19x19x29 Fbk – 15 MPa, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentadas com argamassa de assentamento estrutural 4 MPa e com peso aproximado de  $\approx$  231 Kg/m<sup>2</sup>. A parede foi ensaiada com revestimento de argamassa de reboco grosso na parte externa com espessura (com chapisco) de 2,5 cm e com revestimento de argamassa de reboco médio na parte interna com espessura de 1,5 cm. Espessura total da parede de 23cm. A fixação da mão francesa padrão foi feita utilizando-se buchas plásticas marca Fischer SX10 (Parafuso 6-8).



A carga máxima de 1,2kN aplicada na peça foi mantida constante por um período de 24 horas, sem alterações.

## Bloco Estrutural 14x19x29 – Fbk 18 MPa | Relatório de Ensaio N° 88.346

Medições realizadas no dia 6 de maio de 2014 no LMCC/UFSM



Parede de alvenaria com bloco cerâmico estrutural com paredes maciças 14x19x29 – Fbk 18 MPa, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentadas com argamassa de assentamento estrutural 4 MPa. A parede foi ensaiada com revestimento de argamassa de reboco grosso na parte externa com espessura (com chapisco) de 2,5 cm e com revestimento de argamassa de reboco médio na parte interna com espessura de 1,0 cm, tendo uma massa por superfície de  $\approx 217$  Kg/m<sup>2</sup>. Espessura total da parede 17,5cm. A fixação da mão francesa padrão foi feita utilizando-se buchas plásticas marca Fischer SX10 (Parafuso 6-8).



A carga máxima de 1,2kN aplicada na peça foi mantida constante por um período de 24 horas, sem alterações.

### 5.1.1.2 Rede de dormir

## Bloco Light 14x19x29 – Fbk 1,5MPa | Relatório de Ensaio N° 0724/2015

Medições realizadas no dia 13 de maio de 2015 no ITT Performance - Unisinos



Parede de alvenaria com bloco cerâmico Light 14x19x29, com dimensão total de 2,92 x 1,54 metros, assentadas com argamassa de assentamento estrutural 4 MPa e revestida com argamassa de reboco médio de 1,5cm em ambos os lados. Espessura total da parede de 17cm.

Para a aplicação do carregamento utilizou-se gancho específico para suporte de redes de dormir, da marca LOTH, fixado à parede por buchas de 10mm, modelo Fischer SX10 e parafuso de 7,5mm.



Após 24 horas do carregamento de 2kN com ângulo de 60° com relação à parede, a amostra não apresentou deslocamentos excessivos nem mesmo destacamentos dos dispositivos de fixação ou falhas que prejudiquem o estado limite de utilização.

OBS: o carregamento de 2kN corresponde a aproximadamente 203,93 kg (1 kg = 9,807 N em média embora varie ao longo da superfície da Terra).

### 5.1.2 Impacto de corpo mole



#### **Bloco Light 9x19x29 – Fbk 1,5MPa** | Relatório de Ensaio N° 92.796

Medições realizadas no dia 13 de janeiro de 2015 no LMCC/UFSC

Parede de alvenaria com bloco cerâmico 9x19x29 Light, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentadas com argamassa de assentamento estrutural 4 MPa e com peso aproximado de 137 Kg/m<sup>2</sup>. A parede foi ensaiada com revestimento de reboco médio de 1,5cm em ambos os lados. Espessura total da parede de 12cm.



Os resultados do ensaio de impacto de corpo mole na parede acima descrita apresentaram que não foram observados danos visíveis à parede quando submetida a impactos de até 360J.



#### **Bloco Light 11,5x19x29 – Fbk 1,5MPa** | Relatório de Ensaio N° 92.798

Medições realizadas no dia 13 de janeiro de 2015 no LMCC/UFSC

Parede de alvenaria com bloco cerâmico Light 11,5x19x29, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentadas com argamassa de assentamento estrutural 4 MPa e com peso aproximado de 146 Kg/m<sup>2</sup>. A parede foi ensaiada com revestimento de 1,5cm de reboco médio em ambos os lados. Espessura total da parede de 14,5cm.



Os resultados do ensaio de impacto de corpo mole na parede acima descrita apresentaram que não foram observados danos visíveis à parede quando submetida a impactos de até 360J.



#### **Bloco Light 14x19x29 – Fbk 1,5MPa** | Relatório de Ensaio N° 92.797

Medições realizadas no dia 13 de janeiro de 2015 no LMCC/UFSC

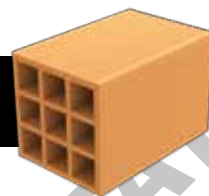
Parede de alvenaria com bloco cerâmico Light 14x19x29, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentadas com argamassa de assentamento estrutural 4 MPa e com peso aproximado de 163 Kg/m<sup>2</sup>. A parede foi ensaiada com revestimento de 1,5cm de reboco médio em ambos os lados. Espessura total da parede de 17cm.



Os resultados do ensaio de impacto de corpo mole na parede acima descrita apresentaram que não foram observados danos visíveis à parede quando submetida a impactos de até 720J.

### **Bloco Light 19x19x29 – Fbk 1,5MPa** | Relatório de Ensaio N° 93.627

Medições realizadas no dia 26 de fevereiro de 2015 no LMCC/UFSM



Parede de alvenaria com bloco cerâmico Light 19x19x29, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentadas com argamassa de assentamento estrutural 4 MPa. A parede foi ensaiada com revestimento de argamassa de reboco grosso na parte externa com espessura (com chapisco) de 2,5 cm e com revestimento de argamassa de reboco médio na parte interna com espessura de 1,0 cm, tendo peso aproximado de 191 Kg/m<sup>2</sup>. A espessura total da parede de 22,5cm.



Os resultados do ensaio de impacto de corpo mole na parede acima descrita apresentaram que não foram observados danos visíveis à parede quando submetida a impactos de até 720J.

### **Bloco de Vedação 9x19x29 – Fbk 3 MPa** | Relatório de Ensaio N° 92.795

Medições realizadas no dia 13 de janeiro de 2015 no LMCC/UFSM



Parede de alvenaria com bloco cerâmico de vedação 9x19x29 – 3 MPa, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentadas com argamassa de assentamento estrutural 4 MPa e com peso aproximado de 147 Kg/m<sup>2</sup>. A parede foi ensaiada com revestimento externo e interno de reboco médio, ambos de 1,5cm. Espessura total da parede de 12cm.



Os resultados do ensaio de impacto de corpo mole na parede acima descrita apresentaram que não foram observados danos visíveis à parede quando submetida a impactos de até 360J.

### **Bloco de Vedação 11,5x19x29 – Fbk 3 MPa** | Relatório de Ensaio N° 93.006

Medições realizadas no dia 26 de fevereiro de 2015 no LMCC/UFSM



Parede de alvenaria com bloco cerâmico de vedação 11,5x19x29 – 3 MPa, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentadas com argamassa de assentamento estrutural 4 MPa e com peso aproximado de 153 Kg/m<sup>2</sup>. A parede foi ensaiada com revestimento interno e externo de reboco médio, ambos de 1,5cm. Espessura total da parede de 14,5cm.



Os resultados do ensaio de impacto de corpo mole na parede acima descrita apresentaram que não foram observados danos visíveis à parede quando submetida a impactos de até 960J.



### **Bloco Estrutural 14x19x29 – Fbk 7 MPa** | Relatório de Ensaio N° 84.305

Medições realizadas no dia 14 de novembro de 2013 no LMCC/UFSC

Parede de alvenaria com bloco cerâmico estrutural com paredes vazadas 14x19x29 – 7 MPa, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentadas com argamassa de assentamento estrutural 4 MPa e com densidade aproximada de 181 Kg/m<sup>2</sup>. A parede foi ensaiada com revestimento de argamassa de reboco grosso na parte externa com espessura (com chapisco) de 2,5 cm e com revestimento de argamassa de reboco médio na parte interna com espessura de 1,0 cm. Espessura total da parede de 17,5cm.



Os resultados do ensaio de impacto de corpo mole na parede acima descrita apresentaram que não foram observados danos visíveis à parede quando submetida a impactos de até 960J.



### **Bloco Estrutural 19x19x29 – Fbk 7 MPa** | Relatório de Ensaio N° 88.340

Medições realizadas no dia 6 de maio de 2014 no LMCC/UFSC

Parede de alvenaria com bloco cerâmico estrutural 19x19x29 – Fbk 7 MPa, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentadas com argamassa de assentamento estrutural 4,0 MPa. A parede foi ensaiada com revestimento de argamassa de reboco grosso na parte externa com espessura (com chapisco) de 2,5 cm e com revestimento de argamassa de reboco médio na parte interna com espessura de 1,0 cm, tendo uma densidade de  $\cong$  196 Kg/m<sup>2</sup>. Espessura total da parede de 22,5cm.



Os resultados do ensaio de impacto de corpo mole na parede acima descrita apresentaram que não foram observados danos visíveis à parede quando submetida a impactos de até 960J.



### **Bloco Estrutural 14x19x29 – Fbk 10 MPa** | Relatório de Ensaio N° 84.306

Medições realizadas no dia 14 de novembro de 2013 no LMCC/UFSC

Parede de alvenaria com bloco cerâmico estrutural com paredes maciças 14x19x29 – Fbk 10 MPa, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentadas com argamassa de assentamento estrutural 4 MPa. A parede foi ensaiada com revestimento de argamassa de reboco grosso na parte externa com espessura (com chapisco) de 2,5 cm e com revestimento de argamassa de reboco médio na parte interna com espessura de 1,0 cm, tendo massa por superfície  $\cong$  197 Kg/m<sup>2</sup>. Espessura total da parede de 17,5cm.



Os resultados do ensaio de impacto de corpo mole na parede acima descrita apresentaram que não foram observados danos visíveis à parede quando submetida a impactos de até 960J.

### **Bloco Estrutural 14x19x29 – Fbk 15 MPa** | Relatório de Ensaio N° 88.345

Medições realizadas no dia 6 de maio de 2014 no LMCC/UFSM



Parede de alvenaria com bloco cerâmico estrutural com paredes maciças 14x19x29 – Fbk 15 MPa, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentadas com argamassa de assentamento estrutural 4 MPa. A parede foi ensaiada com revestimento de argamassa de reboco grosso na parte externa com espessura (com chapisco) de 2,5 cm e com revestimento de argamassa de reboco médio na parte interna com espessura de 1,0 cm, tendo massa por superfície  $\cong$  198 Kg/m<sup>2</sup>. Espessura total da parede de 17,5cm.



Os resultados do ensaio de impacto de corpo mole na parede acima descrita apresentaram que não foram observados danos visíveis à parede quando submetida a impactos de até 960J.

### **Bloco Estrutural 19x19x29 – Fbk 15 MPa** | Relatório de Ensaio N° 93.474

Medições realizadas no dia 25 de fevereiro de 2015 no LMCC/UFSM



Parede de alvenaria com bloco cerâmico estrutural 19x19x29 – Fbk 15 MPa, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentadas com argamassa de assentamento estrutural 4 MPa e com peso aproximado de 231 Kg/m<sup>2</sup>. A parede foi ensaiada com revestimento de argamassa de reboco grosso na parte externa com espessura (com chapisco) de 2,5 cm e com revestimento de argamassa de reboco médio na parte interna com espessura de 1,0 cm. Espessura total da parede de 22,5cm.



Os resultados do ensaio de impacto de corpo mole na parede acima descrita apresentaram que não foram observados danos visíveis à parede quando submetida a impactos de até 960J.

### **Bloco Estrutural 14x19x29 – Fbk 18 MPa** | Relatório de Ensaio N° 88.346

Medições realizadas no dia 6 de maio de 2014 no LMCC/UFSM



Parede de alvenaria com bloco cerâmico estrutural com paredes maciças 14x19x29 – Fbk 18 MPa, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentadas com argamassa de assentamento estrutural 4 MPa. A parede foi ensaiada com revestimento de argamassa de reboco grosso na parte externa com espessura (com chapisco) de 2,5 cm e com revestimento de argamassa de reboco médio na parte interna com espessura de 1,0 cm, tendo uma massa por superfície de  $\cong$  217 Kg/m<sup>2</sup>. Espessura total da parede 17,5cm.



Os resultados do ensaio de impacto de corpo mole na parede acima descrita apresentaram que não foram observados danos visíveis à parede quando submetida a impactos de até 960J.

5.1.3 Ações Transmitidas por Portas



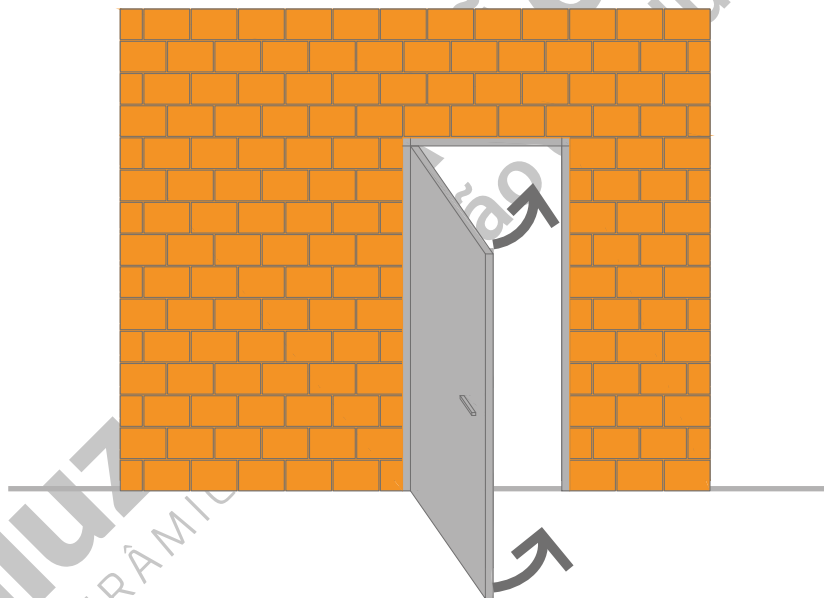
**Bloco Light 9x19x29 – Fbk 1,5MPa** | Relatório de Ensaio N° 0725/2015

Medições realizadas no dia 27 de abril de 2015 no ITT Performance - Unisinos

Parede de alvenaria com bloco cerâmico 9x19x29 Light, com dimensão total de 2,92 x 3,66 metros, assentadas com argamassa de assentamento e revestida com argamassa de reboco médio de 1,5cm em ambos os lados. Espessura total da parede de 12cm. Foi instalada nesta parede uma porta de madeira classe 1 de marca Sincol, com dimensão de 2,10 x 0,8 metros.



Após a realização das dez ações de fechamento brusco, a amostra não apresentou falhas na interface de instalação da esquadria com o sistema vertical de vedação. Quando submetida ao impacto de corpo mole de 240J no centro geométrico da porta, não houve danos à interface que comprometam o desempenho.





## 5.1 DESEMPENHO ESTRUTURAL

### 5.1.4 Impacto de corpo duro

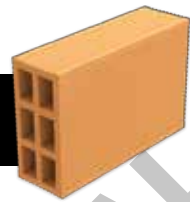
#### **Bloco Light 9x19x29 – Fbk 1,5MPa** | Relatório de Ensaio N° 92.796

Medições realizadas no dia 13 de janeiro de 2015 no LMCC/UFSM

Parede de alvenaria com bloco cerâmico 9x19x29 Light, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentadas com argamassa de assentamento estrutural 4 MPa e com peso aproximado de 137 Kg/m<sup>2</sup>. A parede foi ensaiada com revestimento de reboco médio de 1,5cm em ambos os lados. Espessura total da parede de 12cm.



Os resultados dos ensaios de impacto e corpo duro com 10 repetições para 20J (esfera de 1kg) e de 3,75J (esfera de 0,5kg), apresentaram ocorrência apenas de mossas com profundidades não maiores do que 2,0 mm.



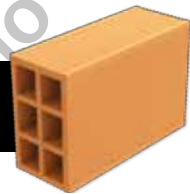
#### **Bloco Light 11,5x19x29 – Fbk 1,5MPa** | Relatório de Ensaio N° 92.798

Medições realizadas no dia 13 de janeiro de 2015 no LMCC/UFSM

Parede de alvenaria com bloco cerâmico light 11,5x19x29, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentadas com argamassa de assentamento estrutural 4 MPa e com peso aproximado de 146 Kg/m<sup>2</sup>. A parede foi ensaiada com revestimento de 1,5cm de reboco médio em ambos os lados. Espessura total da parede de 14,5cm.



Os resultados dos ensaios de impacto e corpo duro com 10 repetições para 20J (esfera de 1kg) e de 3,75J (esfera de 0,5kg), apresentaram ocorrência apenas de mossas com profundidades não maiores do que 2,0 mm.



#### **Bloco Light 14x19x29 – Fbk 1,5MPa** | Relatório de Ensaio N° 92.797

Medições realizadas no dia 13 de janeiro de 2015 no LMCC/UFSM

Parede de alvenaria com bloco cerâmico light 14x19x29, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentadas com argamassa de assentamento estrutural 4 MPa e com peso aproximado de 163 Kg/m<sup>2</sup>. A parede foi ensaiada com revestimento de 1,5cm de reboco médio em ambos os lados. Espessura total da parede de 17cm.



Os resultados dos ensaios de impacto e corpo duro com 10 repetições para 20J (esfera de 1kg) e de 3,75J (esfera de 0,5kg), apresentaram ocorrência apenas de mossas com profundidades não maiores do que 2,0 mm.



#### **Bloco Light 19x19x29 – Fbk 1,5MPa** | Relatório de Ensaio N° 93.627

Medições realizadas no dia 26 de fevereiro de 2015 no LMCC/UFSM

Parede de alvenaria com bloco cerâmico Light 19x19x29, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentadas com argamassa de assentamento estrutural 4 MPa. A parede foi ensaiada com revestimento de argamassa de reboco grosso na parte externa com espessura (com chapisco) de 2,5 cm e com revestimento de argamassa de reboco médio na parte interna com espessura de 1,0 cm, tendo peso aproximado de 191 Kg/m<sup>2</sup>. A espessura total da parede de 22,5cm.



Os resultados dos ensaios de impacto e corpo duro com 10 repetições para 20J (esfera de 1kg) e de 3,75J (esfera de 0,5kg), apresentaram ocorrência apenas de mossas com profundidades não maiores do que 2,0 mm.





### Bloco de Vedação 9x19x29 – Fbk 3 MPa | Relatório de Ensaio N° 92.795

Medições realizadas no dia 13 de janeiro de 2015 no LMCC/UFSC

Parede de alvenaria com bloco cerâmico de vedação 9x19x29 – 3 MPa, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentadas com argamassa de assentamento estrutural 4 MPa e com peso aproximado de 147 Kg/m<sup>2</sup>. A parede foi ensaiada com revestimento externo e interno de reboco médio, ambos de 1,5cm. Espessura total da parede de 12cm.



Os resultados dos ensaios de impacto e corpo duro com 10 repetições para 20J (esfera de 1kg) e de 3,75J (esfera de 0,5kg), apresentaram ocorrência apenas de mossas com profundidades não maiores do que 2,0 mm.



### Bloco de Vedação 11,5x19x29 – Fbk 3 MPa | Relatório de Ensaio N° 93.006

Medições realizadas no dia 26 de fevereiro de 2015 no LMCC/UFSC

Parede de alvenaria com bloco cerâmico de vedação 11,5x19x29 – 3 MPa, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentadas com argamassa de assentamento estrutural 4 MPa e com peso aproximado de 153 Kg/m<sup>2</sup>. A parede foi ensaiada com revestimento interno e externo de reboco médio, ambos de 1,5cm. Espessura total da parede de 14,5cm.



Os resultados dos ensaios de impacto e corpo duro com 10 repetições para 20J (esfera de 1kg) e de 3,75J (esfera de 0,5kg), apresentaram ocorrência apenas de mossas com profundidades não maiores do que 2,0 mm.



### Bloco Estrutural 14x19x29 – Fbk 7 MPa | Relatório de Ensaio N° 84.305

Medições realizadas no dia 14 de novembro de 2013 no LMCC/UFSC

Parede de alvenaria com bloco cerâmico estrutural com paredes vazadas 14x19x29 – 7 MPa, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentadas com argamassa de assentamento estrutural 4 MPa e com densidade de  $\approx$  181 Kg/m<sup>2</sup>. A parede foi ensaiada com revestimento de argamassa de reboco grosso na parte externa com espessura (com chapisco) de 2,5 cm e com revestimento de argamassa de reboco médio na parte interna com espessura de 1,0 cm. Espessura total da parede de 17,5cm.



Os resultados dos ensaios de impacto e corpo duro com 10 repetições para 20J (esfera de 1kg) e de 3,75J (esfera de 0,5kg), apresentaram ocorrência apenas de mossas com profundidades não maiores do que 2,0 mm.

### **Bloco Estrutural 19x19x29 – Fbk 7 MPa | Relatório de Ensaio N° 88.340**

Medições realizadas no dia 6 de maio de 2014 no LMCC/UFSM



Parede de alvenaria com bloco cerâmico estrutural 19x19x29 – Fbk 7 MPa, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentadas com argamassa de assentamento estrutural 4,0 MPa. A parede foi ensaiada com revestimento de argamassa de reboco grosso na parte externa com espessura (com chapisco) de 2,5 cm e com revestimento de argamassa de reboco médio na parte interna com espessura de 1,0 cm, tendo uma densidade de  $\approx 196 \text{ Kg/m}^3$ . Espessura total da parede de 22,5cm.



Os resultados dos ensaios de impacto e corpo duro com 10 repetições para 20J (esfera de 1kg) e de 3,75J (esfera de 0,5kg), apresentaram ocorrência apenas de mossas com profundidades não maiores do que 2,0 mm.

### **Bloco Estrutural 14x19x29 – Fbk 10 MPa | Relatório de Ensaio N° 84.306**

Medições realizadas no dia 14 de novembro de 2013 no LMCC/UFSM



Parede de alvenaria com bloco cerâmico estrutural de paredes maciças 14x19x29 – Fbk 10 MPa, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentadas com argamassa de assentamento estrutural 4 MPa e com densidade de  $\approx 197 \text{ Kg/m}^3$ . A parede foi ensaiada com revestimento de argamassa de reboco grosso na parte externa com espessura (com chapisco) de 2,5 cm e com revestimento de argamassa de reboco médio na parte interna com espessura de 1,0 cm. Espessura total da parede de 17,5cm.



Os resultados dos ensaios de impacto e corpo duro com 10 repetições para 20J (esfera de 1kg) e de 3,75J (esfera de 0,5kg), apresentaram ocorrência apenas de mossas com profundidades não maiores do que 2,0 mm.

### **Bloco Estrutural 14x19x29 – Fbk 15 MPa | Relatório de Ensaio N° 88.345**

Medições realizadas no dia 6 de maio de 2014 no LMCC/UFSM



Parede de alvenaria com bloco cerâmico estrutural com paredes maciças 14x19x29 – Fbk 15 MPa, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentadas com argamassa de assentamento estrutural 4 MPa. A parede foi ensaiada com revestimento de argamassa de reboco grosso na parte externa com espessura (com chapisco) de 2,5 cm e com revestimento de argamassa de reboco médio na parte interna com espessura de 1,0 cm, tendo massa por superfície  $\approx 198 \text{ Kg/m}^2$ . Espessura total da parede de 17,5cm.



Os resultados dos ensaios de impacto e corpo duro com 10 repetições para 20J (esfera de 1kg) e de 3,75J (esfera de 0,5kg), apresentaram ocorrência apenas de mossas com profundidades não maiores do que 2,0 mm.



### Bloco Estrutural 19x19x29 – Fbk 15 MPa | Relatório de Ensaio N° 93.474

Medições realizadas no dia 25 de fevereiro de 2015 no LMCC/UFSM

Parede de alvenaria com bloco cerâmico estrutural 19x19x29 – Fbk 15 MPa, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentadas com argamassa de assentamento estrutural 4 MPa e com peso aproximado de 231 Kg/m<sup>2</sup>. A parede foi ensaiada com revestimento de argamassa de reboco grosso na parte externa com espessura (com chapisco) de 2,5 cm e com revestimento de argamassa de reboco médio na parte interna com espessura de 1,0 cm. Espessura total da parede de 22,5cm.



Os resultados dos ensaios de impacto e corpo duro com 10 repetições para 20J (esfera de 1kg) e de 3,75J (esfera de 0,5kg), apresentaram ocorrência apenas de mossas com profundidades não maiores do que 2,0 mm.



### Bloco Estrutural 14x19x29 – Fbk 18 MPa | Relatório de Ensaio N° 88.346

Medições realizadas no dia 6 de maio de 2014 no LMCC/UFSM

Parede de alvenaria com bloco cerâmico estrutural com paredes maciças 14x19x29 – Fbk 18 MPa, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentadas com argamassa de assentamento estrutural 4 MPa. A parede foi ensaiada com revestimento de argamassa de reboco grosso na parte externa com espessura (com chapisco) de 2,5 cm e com revestimento de argamassa de reboco médio na parte interna com espessura de 1,0 cm, tendo uma massa por superfície de  $\cong$  217 Kg/m<sup>2</sup>. Espessura total da parede 17,5cm.



Os resultados dos ensaios de impacto e corpo duro com 10 repetições para 20J (esfera de 1kg) e de 3,75J (esfera de 0,5kg), apresentaram ocorrência apenas de mossas com profundidades não maiores do que 2,0 mm.

**Bloco Light 14x19x29 – Fbk 1,5 MPa** | Relatório de Ensaio N° 0730/2015

Medições realizadas no dia 8 de maio de 2015 no ITT Performance - Unisinos.

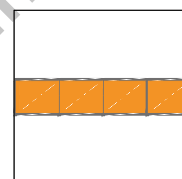
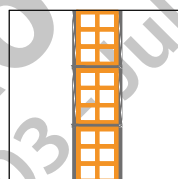
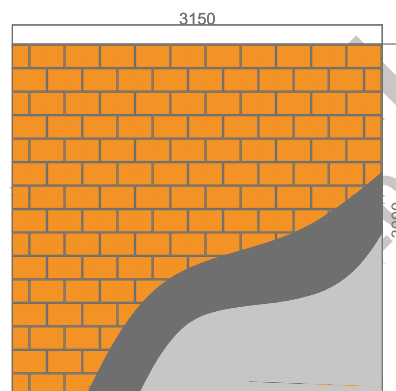


A amostra consiste em um sistema de vedação vertical externa (SVVE), composta por blocos cerâmicos de vedação, linha light, de tamanho 14x19x29, assentados com o uso de argamassa de assentamento industrializada de granulometria média com 1cm de espessura. O revestimento é composto por chapisco de 0,5cm de espessura (traço 1:3) e reboco de argamassa industrializada para reboco grosso de 1,5cm de espessura. Para a avaliação deste sistema foi confeccionado um exemplar sem aberturas com dimensões 3150x3000mm, sendo a superfície exposta diretamente ao fogo de 2500x2500mm. Espessura total da parede de 18cm.



Durante o período decorrido do ensaio, a amostra apresentou temperatura média acima de 140°C aos 205 minutos de ensaio e temperatura máxima dos termopares superior a 180°C em 215 minutos de ensaio. A respeito da estanqueidade da amostra, realizou-se o teste do chumaço de algodão sobre as fissuras geradas, não havendo ignição do mesmo. Durante os 240 minutos decorridos do ensaio, houve um deslocamento transversal máximo de 2,5cm, com a amostra apresentando comportamento estável.

Portanto, conclui-se que a amostra se enquadra na categoria corta-fogo com o Tempo Requerido de Resistência ao Fogo (TRRF) de 180 minutos (3 horas) – CF180 – devido à perda de isolamento térmico, e de para chama no tempo de 240 minutos (4 horas) – PC240, por atender as exigências de estabilidade estrutural e estanqueidade.

**Bloco Light 19x19x29 – Fbk 1,5 MPa** | Relatório de Ensaio N° 1.479/2016

Medições realizadas no dia 10 de agosto de 2016 no ITT Performance - Unisinos.

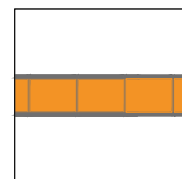
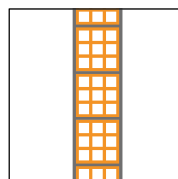
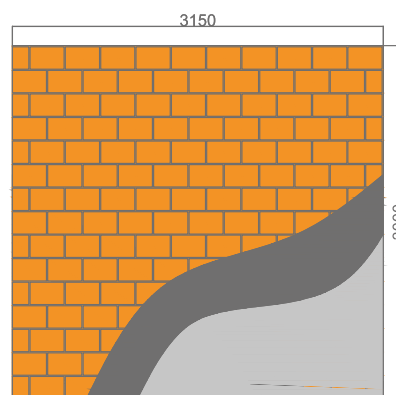


A amostra consiste em um sistema de vedação vertical externa (SVVE), composta por blocos cerâmicos de vedação, linha light, de tamanho 19x19x29, assentados com o uso de argamassa de assentamento estabilizada com 1cm de espessura. O revestimento foi realizado com reboco de argamassa estabilizada (com chapisco), de espessura 2cm em ambos os lados, espessura total da parede de 23cm. Para a avaliação deste sistema foi confeccionado um exemplar sem aberturas com dimensões 3150x3000mm, sendo a superfície exposta diretamente ao fogo de 2500x2500mm.



Durante os 240 minutos decorridos do ensaio, houve um descolamento transversal máximo de 45mm do sistema, aferido aos 45 minutos de ensaio. Durante o teste de impacto com as esferas metálicas definidas em norma, o sistema não colapsou. Quanto a estanqueidade, foram verificadas aberturas de fissuras no sistema que, ao serem realizados os testes de estanqueidade prescritos, não promoveram a inflamação do chumaço de algodão em nenhum dos pontos verificados, caracterizando a amostra como estanque à passagem de gases quentes e fumaça durante o período de ensaio. Quanto ao isolamento térmico do sistema ensaiado, aferiu-se que tanto a temperatura média quanto a temperatura pontual da face não exposta às chamas da amostra mantiveram-se abaixo da temperatura máxima permitida.

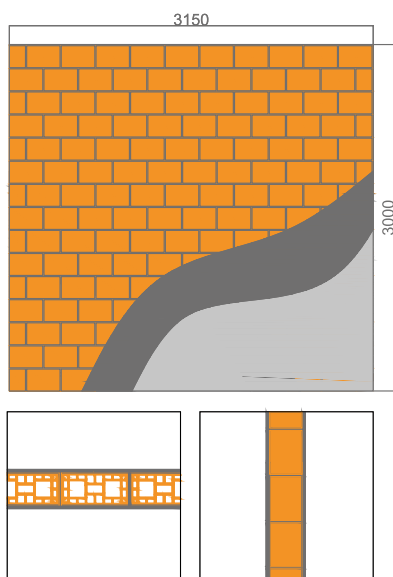
Conclui-se que a amostra se enquadra na categoria corta-fogo com o Tempo Requerido de Resistência ao Fogo (TRRF) de 240 minutos (4 horas) – CF240 – por atender as exigências de estabilidade, isolamento térmico e estanqueidade.





## Bloco Estrutural 14x19x29 – Fbk 7 MPa | Relatório de Ensaio N° 0664/2015

Medições realizadas no dia 23 de janeiro de 2015 no ITT Performance - Unisinos



A amostra consiste em um sistema vertical de vedação externa (SVVE), composta por blocos cerâmicos estruturais de tamanho 14x19x29cm, assentados com o uso de argamassa de assentamento industrializada de granulometria média com 1cm de espessura, revestimento argamassado de chapisco (traço 1:3) e reboco de 1,5cm de espessura, em ambos os lados. Peso aproximado da parede de 181 kg/m<sup>2</sup>. Para a avaliação deste sistema foi confeccionado um exemplar sem aberturas com dimensões 3150x3000mm, sendo a superfície exposta diretamente ao fogo de 2500x2500mm. Para este ensaio, o carregamento utilizado foi de 24Tf, uma vez que se avaliou uma parede com função estrutural.



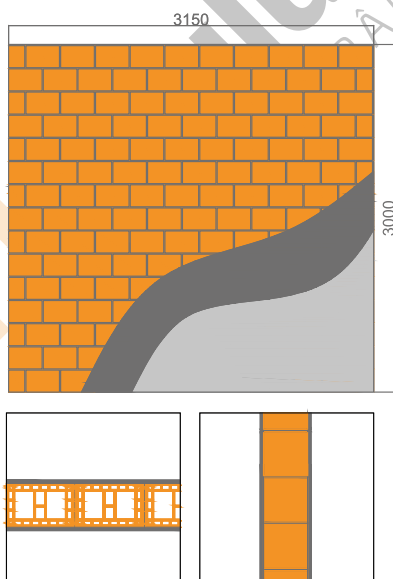
Durante o período decorrido do ensaio, a amostra apresentou temperatura média abaixo de 140°C e temperatura máxima dos termopares inferior a 180°C. A respeito da estanqueidade da amostra, realizou-se o teste do chumaço de algodão sobre as fissuras da amostra, sem o inflamar. Durante os 240 minutos decorridos do ensaio, houve um deslocamento transversal de 19mm, com a amostra apresentando comportamento estável.

Portanto, conclui-se que o corpo de prova se enquadra na categoria corta-fogo com o Tempo Requerido de Resistência ao Fogo (TRRF) de 240 minutos (4 horas) – CF240 – por atender as exigências de estabilidade, isolamento térmico e estanqueidade.



## Bloco Estrutural 19x19x29 – Fbk 7 MPa | Relatório de Ensaio N° 0680/2015

Medições realizadas no dia 7 de abril de 2015 no ITT Performance - Unisinos



A amostra consiste em um sistema vertical de vedação externa (SVVE), composta por blocos cerâmicos estruturais de tamanho 19x19x29cm, assentados com o uso de argamassa de assentamento industrializada de granulometria média com 1cm de espessura, revestimento argamassado de chapisco (traço 1:3) e reboco de 1,5cm de espessura, em ambos os lados. Peso aproximado da parede de 196 kg/m<sup>2</sup>. Para a avaliação deste sistema foi confeccionado um exemplar sem aberturas com dimensões 3150x3000mm, sendo a superfície exposta diretamente ao fogo de 2500x2500mm. Para este ensaio, o carregamento utilizado foi de 24Tf, uma vez que se avaliou uma parede com função estrutural.



Durante o período decorrido do ensaio, a amostra apresentou temperatura média abaixo de 140°C e temperatura máxima dos termopares inferior a 180°C. A respeito da estanqueidade da amostra, realizou-se o teste do chumaço de algodão sobre as fissuras da amostra, sem o inflamar. Durante os 240 minutos decorridos do ensaio, houve um deslocamento transversal de 25mm, com a amostra apresentando comportamento estável.

Portanto, conclui-se que o corpo de prova se enquadra na categoria corta-fogo com o Tempo Requerido de Resistência ao Fogo (TRRF) de 240 minutos (4 horas) – CF240 – por atender as exigências de estabilidade, isolamento térmico e estanqueidade.

**Bloco Light 14x19x29 – Fbk 1,5MPa** | Relatório de Ensaio N°0621/2015

Medições realizadas em 13 de janeiro de 2015 no Instituto Tecnológico ITT Performance – Unisinos.

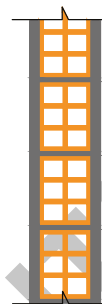


Amostra de sistema de vedação vertical externa com as dimensões de 185x185cm, composta por blocos cerâmicos 14x19x29 Light, assentados com argamassa de assentamento industrializada, revestimento argamassado de chapisco e reboco de 2,5cm de espessura e 2 camadas de tinta, (somente em uma face) executadas da seguinte forma:

- Primeira demão: selador acrílico pigmentado sem diluição, aplicado com rolo anti gota
- Segunda demão: tinta acrílica quartzo hidro elástico, aplicada com rolo para textura pongada



De acordo com o ensaio, a amostra classificou-se como de desempenho superior, com comportamento satisfatório mediante a incidência de água e pressão de ar, sem apresentar quaisquer manchas de umidade ou identificação de falhas no sistema de vedação.



**Bloco Light 19x19x29 – Fbk 1,5MPa** | Relatório de Ensaio N°0616/2015

Medições realizadas em 13 de janeiro de 2015 no Instituto Tecnológico ITT Performance – Unisinos.

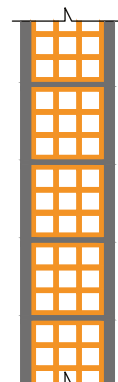


Amostra de sistema de vedação vertical externa com as dimensões de 185x185cm, composto por blocos cerâmicos 19x19x29 Light, assentados com argamassa de assentamento industrializada, revestimento argamassado de chapisco e reboco de 2,5cm de espessura e 5 demãos de tinta (somente em uma face) executadas da seguinte forma:

- Primeira demão: selador acrílico pigmentado sem diluição, aplicado com rolo anti gota
- Segunda demão: tinta acrílica quartzo hidro elástico, aplicada com rolo para textura pongada
- Terceira demão: tinta elastomérica diluída com 10% de água, aplicada com rolo anti gota
- Quarta demão: tinta elastomérica, aplicada com rolo anti gota
- Quinta demão: tinta elastomérica, aplicada com rolo anti gota



De acordo com o ensaio a amostra classificou-se como de desempenho superior, com comportamento satisfatório mediante a incidência de água e pressão de ar, sem apresentar quaisquer manchas de umidade ou identificação de falhas no sistema de vedação.



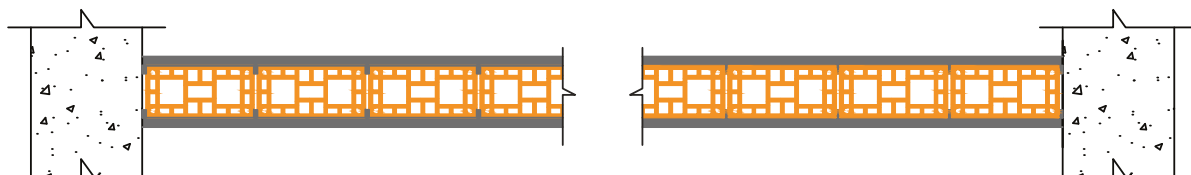
**Bloco Estrutural 14x19x29 – Fbk 7MPa** | Relatório de Ensaio N°0636/2015

Medições realizadas em 13 de janeiro de 2015 no Instituto Tecnológico ITT Performance – Unisinos.



Amostra de sistema de vedação vertical externa com as dimensões de 185x185cm, composto por blocos cerâmicos estruturais 14x19x29 – Fbk 7MPa, assentados com argamassa de assentamento industrializada, revestimento argamassado de chapisco e reboco de 2,5cm de espessura e 4 demãos de tinta (somente em uma face) executadas da seguinte forma:

- Primeira demão: selador acrílico pigmentado sem diluição, aplicado com rolo de lã
- Segunda demão: tinta acrílica quartzo textura hidrorrepelente sem diluição, aplicada com rolo de espuma para textura pongada
- Terceira demão: tinta acrílica pintura fosca diluída com 10% de água, aplicada com rolo de lã
- Quarta demão: tinta acrílica pintura fosca diluída com 10% de água, aplicada com rolo de lã



De acordo com o ensaio a amostra classificou-se como de desempenho superior, com comportamento satisfatório mediante a incidência de água e pressão de ar, sem apresentar quaisquer manchas de umidade ou identificação de falhas no sistema de vedação.

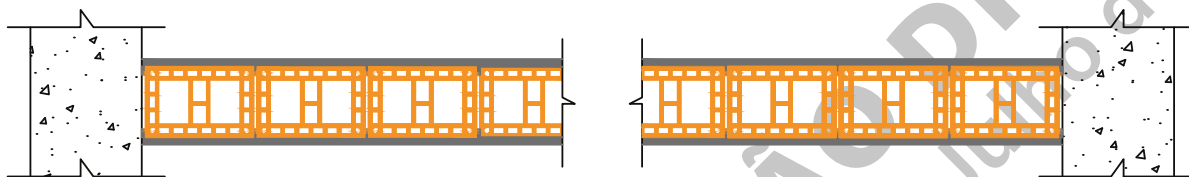


### Bloco Estrutural 19x19x29 – Fbk 7MPa | Relatório de Ensaio N°0637/2015

Medições realizadas em 13 de janeiro de 2015 no Instituto Tecnológico ITT Performance – Unisinos.

Amostra consiste em um sistema de vedação vertical externa com as dimensões de 185x185cm, composto por blocos cerâmicos estruturais 19x19x29 – Fbk 7MPa, assentados com argamassa de assentamento industrializada, revestimento argamassado de chapisco e reboco de 2,5cm de espessura e 4 demãos de tinta (somente em uma face) executadas da seguinte forma:

- Primeira demão: selador acrílico pigmentado sem diluição, aplicado com rolo de lã
- Segunda demão: tinta acrílica quartzo espatulado, aplicada com espátula.
- Terceira demão: tinta acrílica pintura fosca diluído com 10% de água, aplicada com rolo de lã
- Quarta demão: tinta acrílica pintura fosca diluído com 10% de água, aplicada com rolo de lã



De acordo com o ensaio a amostra classificou-se como de desempenho superior, com comportamento satisfatório mediante a incidência de água e pressão de ar, sem apresentar quaisquer manchas de umidade ou identificação de falhas no sistema de vedação.

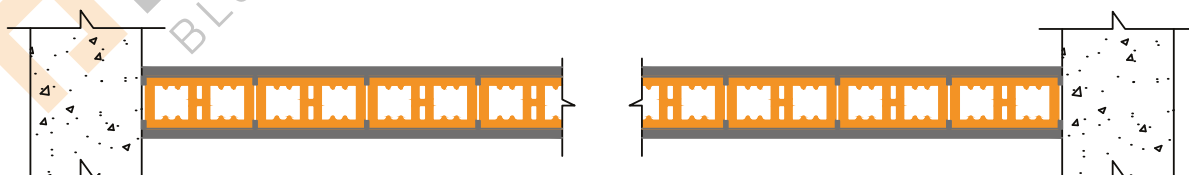


### Bloco Estrutural 14x19x29 – Fbk 10MPa | Relatório de Ensaio N°0638/2015

As medições foram realizadas entre os dias 4 de dezembro de 2014 e 13 de janeiro de 2015 no Instituto Tecnológico ITT Performance – Unisinos.

Amostra de sistema de vedação vertical externa com as dimensões de 185x185cm, composto por blocos cerâmicos estruturais 14x19x29 – Fbk 10MPa, assentados com argamassa de assentamento industrializada, revestimento argamassado de chapisco e reboco de 2,5cm de espessura e 2 demãos de tinta (somente em uma face) executadas da seguinte forma:

- Primeira demão: selador acrílico pigmentado sem diluição, aplicado com rolo de lã
- Segunda demão: tinta acrílica quartzo textura hidrorrepelente sem diluição, aplicada com rolo de nylon pongado



De acordo com o ensaio a amostra classificou-se como de desempenho superior, com comportamento satisfatório mediante a incidência de água e pressão de ar, sem apresentar quaisquer manchas de umidade ou identificação de falhas no sistema de vedação.

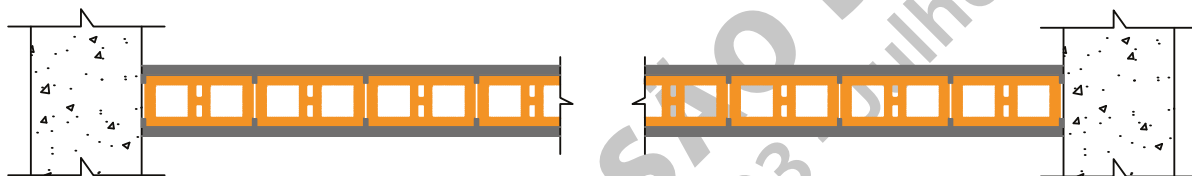


## Bloco Estrutural 14x19x29 – Fbk 15MPa | Relatório de Ensaio N°0639/2015

Medições realizadas em 13 de janeiro de 2015 no Instituto Tecnológico ITT Performance – Unisinos.



- Amostra de sistema de vedação vertical externa com as dimensões de 185x185cm, composto por blocos cerâmicos estruturais 14x19x29 – Fbk 15MPa, assentados com argamassa de assentamento industrializada, revestimento argamassado de chapisco e reboco de 2,5cm de espessura e 5 demãos de tinta (somente em uma face) executadas da seguinte forma:
- Primeira demão: selador acrílico pigmentado sem diluição, aplicado com rolo de lã
- Segunda demão: tinta acrílica quartzo textura hidrorrepelente sem diluição, aplicada com rolo de espuma para textura pongada
- Terceira demão: tinta emborrachada diluída com 10% de água, aplicada com rolo de lã
- Quarta demão: tinta emborrachada diluída com 10% de água, aplicada com rolo de lã
- Quinta demão: tinta emborrachada diluída com 10% de água, aplicada com rolo de lã



De acordo com o ensaio a amostra classificou-se como de desempenho superior, com comportamento satisfatório mediante a incidência de água e pressão de ar, sem apresentar quaisquer manchas de umidade ou identificação de falhas no sistema de vedação.

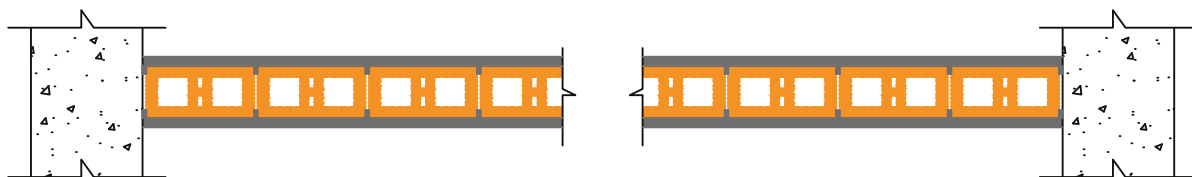
## Bloco Estrutural 14x19x29 – Fbk 18MPa | Relatório de Ensaio N°0640/2015

Medições realizadas em 13 de janeiro de 2015 no Instituto Tecnológico ITT Performance – Unisinos.



Amostra consiste em um sistema de vedação vertical externa com as dimensões de 185x185cm, composto por blocos cerâmicos estruturais 14x19x29 – Fbk 18MPa, assentados com argamassa de assentamento industrializada, revestimento argamassado de chapisco e reboco de 2,5cm de espessura e 4 demãos de tinta (somente em uma face) executadas da seguinte forma:

- Primeira demão: selador acrílico pigmentado sem diluição, aplicado com rolo de lã
- Segunda demão: tinta acrílica quartzo textura hidrorrepelente sem diluição, aplicada com rolo de espuma pongado
- Terceira demão: tinta acrílica semi brilho premium diluída com 10% de água, aplicada com rolo de lã
- Quarta demão: tinta acrílica semi brilho premium diluída com 10% de água, aplicada com rolo de lã



De acordo com o ensaio a amostra classificou-se como de desempenho superior, com comportamento satisfatório mediante a incidência de água e pressão de ar, sem apresentar quaisquer manchas de umidade ou identificação de falhas no sistema de vedação.


**Bloco Light 14x19x29 – Fbk 1,5MPa** | Ordem de serviço N° 1673/15

Realizado em 15 de abril de 2015 no LBTEC-UCS



	U [W/(m²K)]	CT [kJ/(m²K)]
Parede com junta de 1cm de argamassa e revestimento de 2,5cm (5mm de chapisco + 2cm reboco) em uma das faces e 1cm na outra face.	2,5	146
Parede com junta de 1cm de argamassa e revestimento de 2,5cm (5mm de chapisco + 2cm reboco) em uma das faces e 2cm na outra face.	2,4	165
Parede com junta de 1cm de argamassa, revestimento externo de 2,5cm (5mm de chapisco + 2cm de reboco) e revestimento interno de argamassa de gesso 1cm.	2,4	137


**Bloco Light 19x19x29 – Fbk 1,5MPa** | Ordem de serviço N° 1673/15

Realizado em 15 de abril de 2015 no LBTEC-UCS



	U [W/(m²K)]	CT [kJ/(m²K)]
Parede com junta de 1cm de argamassa e revestimento de 2,5cm (5mm de chapisco + 2cm reboco) em uma das faces e 1cm na outra face.	1,8	170
Parede com junta de 1cm de argamassa e revestimento de 2,5cm (5 mm de chapisco + 2cm reboco) em uma das faces e 2cm na outra face.	1,7	190
Parede com junta de 1cm de argamassa, revestimento externo de 2,5cm (5mm de chapisco + 2cm de reboco) e revestimento interno de argamassa de gesso 1cm.	1,7	161


**Bloco de Vedação 11,5x19x29 – Fbk 3 MPa** | Ordem de serviço N° 1673/15

Realizado em 15 de abril de 2015 no LBTEC-UCS



	U [W/(m²K)]	CT [kJ/(m²K)]
Parede com junta de 1cm de argamassa e revestimento de 2,5cm (5mm de chapisco + 2cm reboco) em uma das faces e 1cm na outra face.	2,3	151
Parede com junta de 1cm de argamassa e revestimento de 2,5cm (5mm de chapisco + 2cm reboco) em uma das faces e 2cm na outra face.	2,2	171
Parede com junta de 1cm de argamassa, revestimento externo de 2,5cm (5mm de chapisco + 2cm de reboco) e revestimento interno de argamassa de gesso 1cm.	2,2	142

### Bloco Estrutural 14x19x29 – Fbk 7 MPa | Ordem de serviço N° 1673/15

Realizado em 15 de abril de 2015 no LBTEC-UCS



Parede com junta de 1cm de argamassa e revestimento de 2,5cm (5mm de chapisco + 2cm reboco) em uma das faces e 1cm na outra face.

U [W/(m<sup>2</sup>K)]    CT [kJ/(m<sup>2</sup>K)]

2,1                      156

Parede com junta de 1cm de argamassa e revestimento de 2,5cm (5mm de chapisco + 2cm reboco) em uma das faces e 2cm na outra face.

2,1                      176

Parede com junta de 1cm de argamassa, revestimento externo de 2,5cm (5mm de chapisco + 2cm de reboco) e revestimento interno de argamassa de gesso 1cm.

2,1                      147

### Bloco Estrutural 19x19x29 – Fbk 7 MPa | Ordem de serviço N° 1673/15

Realizado em 15 de abril de 2015 no LBTEC-UCS



Parede com junta de 1cm de argamassa e revestimento de 2,5cm (5mm de chapisco + 2cm reboco) em uma das faces e 1cm na outra face.

U [W/(m<sup>2</sup>K)]    CT [kJ/(m<sup>2</sup>K)]

1,7                      157

Parede com junta de 1cm de argamassa e revestimento de 2,5cm (5mm de chapisco + 2cm reboco) em uma das faces e 2cm na outra face.

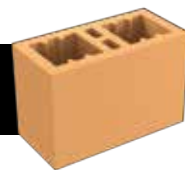
1,7                      177

Parede com junta de 1cm de argamassa, revestimento externo de 2,5cm (5mm de chapisco + 2cm de reboco) e revestimento interno de argamassa de gesso 1cm.

1,7                      148

### Bloco Estrutural 14x19x29 – Fbk 10 MPa | Ordem de serviço N° 1673/15

Realizado em 15 de abril de 2015 no LBTEC-UCS



Parede com junta de 1cm de argamassa e revestimento de 2,5cm (5mm de chapisco + 2cm reboco) em uma das faces e 1cm na outra face.

U [W/(m<sup>2</sup>K)]    CT [kJ/(m<sup>2</sup>K)]

2,3                      165

Parede com junta de 1cm de argamassa e revestimento de 2,5cm (5mm de chapisco + 2cm reboco) em uma das faces e 2cm na outra face.

2,3                      184


Parede com junta de 1cm de argamassa, revestimento externo de 2,5cm (5mm de chapisco + 2cm de reboco) e revestimento interno de argamassa de gesso 1cm.

2,2                      156



### Bloco Estrutural 14x19x29 – Fbk 15 MPa | Ordem de serviço N° 1673/15


Realizado em 15 de abril de 2015 no LBTEC-UCS

	U [W/(m²K)]	CT [kJ/(m²K)]
Parede com junta de 1cm de argamassa e revestimento de 2,5cm (5mm de chapisco + 2cm reboco) em uma das faces e 1cm na outra face.	2,5	177
 Parede com junta de 1cm de argamassa e revestimento de 2,5cm (5mm de chapisco + 2cm reboco) em uma das faces e 2cm na outra face.	2,4	196
Parede com junta de 1cm de argamassa, revestimento externo de 2,5cm (5mm de chapisco + 2cm de reboco) e revestimento interno de argamassa de gesso 1cm.	2,5	168



### Bloco Estrutural 19x19x29 – Fbk 15 MPa | Ordem de serviço N° 1673/15


Realizado em 15 de abril de 2015 no LBTEC-UCS

	U [W/(m²K)]	CT [kJ/(m²K)]
Parede com junta de 1cm de argamassa e revestimento de 2,5cm (5mm de chapisco + 2cm reboco) em uma das faces e 1cm na outra face.	2,4	190
 Parede com junta de 1cm de argamassa e revestimento de 2,5cm (5mm de chapisco + 2cm reboco) em uma das faces e 2cm na outra face.	2,3	210
Parede com junta de 1cm de argamassa, revestimento externo de 2,5cm (5mm de chapisco + 2cm de reboco) e revestimento interno de argamassa de gesso 1cm.	2,4	182



### Bloco Estrutural 14x19x29 – Fbk 18 MPa | Ordem de serviço N° 1673/15

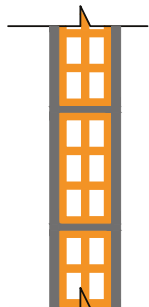
Realizado em 15 de abril de 2015 no LBTEC-UCS

	U [W/(m²K)]	CT [kJ/(m²K)]
Parede com junta de 1cm de argamassa e revestimento de 2,5cm (5mm de chapisco + 2cm reboco) em uma das faces e 1cm na outra face.	2,5	195
 Parede com junta de 1cm de argamassa e revestimento de 2,5cm (5mm de chapisco + 2cm reboco) em uma das faces e 2cm na outra face.	2,4	213
Parede com junta de 1cm de argamassa, revestimento externo de 2,5cm (5mm de chapisco + 2cm de reboco) e revestimento interno de argamassa de gesso 1cm.	2,5	187

## 5.5.1 Ensaios em laboratório

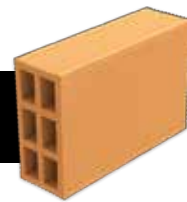
**Bloco Light 9x19x29 – Fbk 1,5MPa** | Relatório de Ensaio N° 94.532

As medições foram realizadas no dia 28 de novembro de 2014, na câmara reverberante do Laboratório de acústica da UFSM.

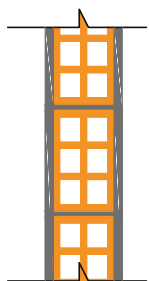


Parede de alvenaria com bloco cerâmico 9x19x29 Light, construída na abertura interna da câmara reverberante, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentada com argamassa de assentamento estrutural 4MPa e com peso aproximado de 137 Kg/m<sup>2</sup>. A parede foi ensaiada com revestimento de 1,5cm em ambos os lados. Espessura total da parede de 12cm.

  $R_w = 38\text{dB}$

**Bloco Light 11,5x19x29 – Fbk 1,5MPa** | Relatório de Ensaio N° 93.000

As medições foram realizadas no dia 24 de dezembro de 2014, na câmara reverberante do Laboratório de acústica da UFSM.



Parede de alvenaria com bloco cerâmico 11,5x19x29 Light, construída na abertura interna da câmara reverberante, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentada com argamassa de assentamento estrutural 4MPa e com peso aproximado de 146 Kg/m<sup>2</sup>. A parede foi ensaiada com revestimento de 1,5cm em ambos os lados. Espessura total da parede de 14,5cm.

  $R_w = 38\text{dB}$

**Bloco Light 14x19x29 – Fbk 1,5MPa** | Relatório de Ensaio N° 92.009

As medições foram realizadas no dia 19 de dezembro de 2014, na câmara reverberante do Laboratório de acústica da UFSM.

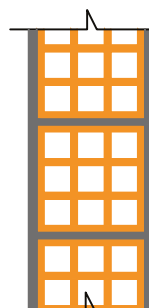


Parede de alvenaria com bloco cerâmico 14x19x29 Light, construída na abertura interna da câmara reverberante, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentada com argamassa de assentamento estrutural 4MPa e com peso aproximado de 163 Kg/m<sup>2</sup>. A parede foi ensaiada com revestimento de 1,5cm em ambos os lados. Espessura total da parede de 17cm.

  $R_w = 39\text{dB}$

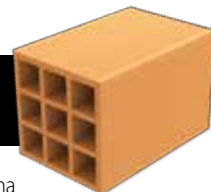
**Bloco Light 19x19x29 – Fbk 1,5MPa** | Relatório de Ensaio N° 88.064

As medições foram realizadas no dia 22 de abril de 2014, na câmara reverberante do Laboratório de acústica da UFSM.



Parede de alvenaria com bloco cerâmico 19x19x29 Light, construída na abertura interna da câmara reverberante, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentada com argamassa de assentamento estrutural 4MPa. A parede foi ensaiada com revestimento de argamassa de reboco grosso na parte externa com espessura (com chapisco) de 2,5cm e com revestimento de argamassa de reboco médio na parte interna com espessura de 1,0cm, tendo peso aproximado de 191 Kg/m<sup>2</sup>. Espessura total da parede de 22,5cm.

  $R_w = 41\text{dB}$

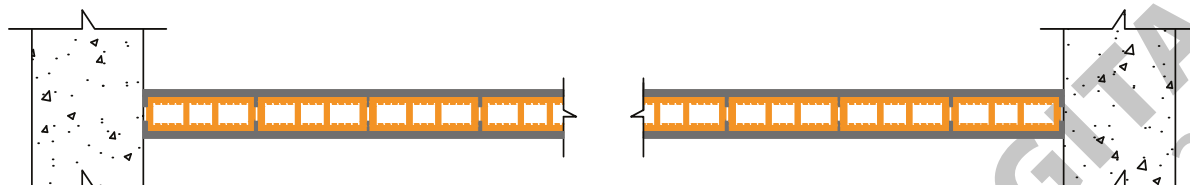




### Bloco de Vedação 9x19x29 – Fbk 3MPa | Relatório de Ensaio N° 91.966

As medições foram realizadas no dia 31 de outubro de 2014, na câmara reverberante do Laboratório de acústica da UFSM.

Parede de alvenaria com bloco cerâmico de vedação 9x19x29 – Fbk 3MPa, construída na abertura interna da câmara reverberante, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentada com argamassa de assentamento estrutural 4MPa e com peso aproximado de 147 Kg/m<sup>2</sup>. A parede foi ensaiada com revestimento externo e interno, ambos de 1,5cm. Espessura total de 12cm.



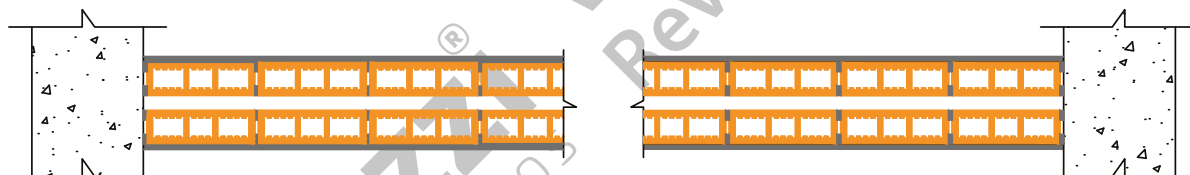
 Rw = 39dB



### Bloco de Vedação 9x19x29 – Fbk 3MPa | Relatório de Ensaio N° 91.967

As medições foram realizadas no dia 4 de novembro de 2014, na câmara reverberante do Laboratório de acústica da UFSM.

Parede dupla de alvenaria com bloco cerâmico de vedação 9x19x29 – Fbk 3MPa, com afastamento de 4cm entre elas, construída na abertura interna da câmara reverberante, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentada com argamassa de assentamento estrutural 4MPa e com peso aproximado de 117 Kg/m<sup>2</sup> (cada parede). A parede foi ensaiada com revestimento externo (parede 1) e interno (parede 2), ambos de 1,5cm. Espessura total da parede 25cm.



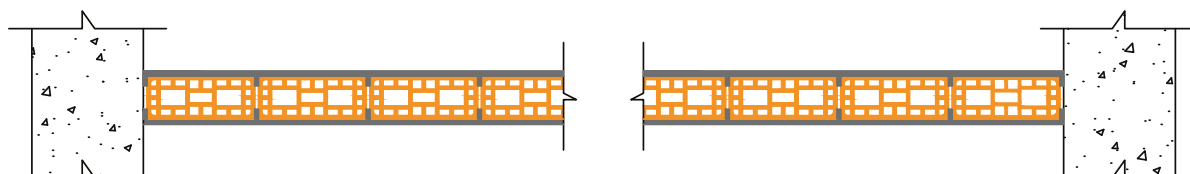
 Rw = 49dB



### Bloco de Vedação 11,5x19x29 – Fbk 3MPa | Relatório de Ensaio N° 93.001

As medições foram realizadas no dia 06 de janeiro de 2015, na câmara reverberante do Laboratório de acústica da UFSM.

Parede de alvenaria com bloco cerâmico de vedação 11,5x19x29 – Fbk 3MPa, construída na abertura interna da câmara reverberante, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentada com argamassa de assentamento estrutural 4MPa e com peso aproximado de 153 Kg/m<sup>2</sup>. A parede foi ensaiada com revestimento interno e externo, ambos de 1,5cm. Espessura total de 14,5cm.



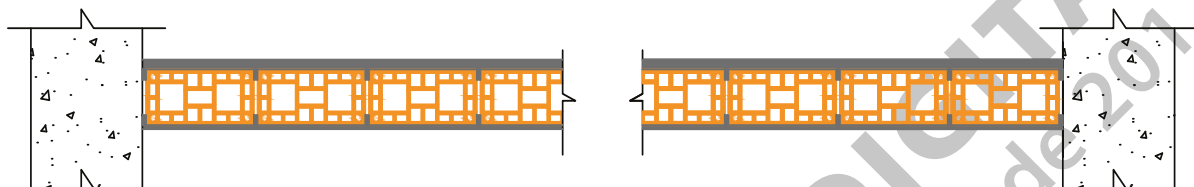
 Rw = 40dB

### Bloco Estrutural 14x19x29 – Fbk 7MPa | Relatório de Ensaio N° 83.660

As medições foram realizadas no dia 19 de setembro de 2013, na câmara reverberante do Laboratório de acústica da UFSM.



Parede de alvenaria com bloco cerâmico estrutural com paredes vazadas 14x19x29 – Fbk 7MPa, construída na abertura interna da câmara reverberante, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentada com argamassa de assentamento estrutural 4MPa e com densidade de  $\approx 181 \text{ Kg/m}^2$ . A parede foi ensaiada com revestimento de argamassa de reboco grosso na parte externa com espessura (com chapisco) de 2,5cm e com revestimento de argamassa de reboco médio na parte interna com espessura de 1,0cm. Espessura total da parede 17,5cm.



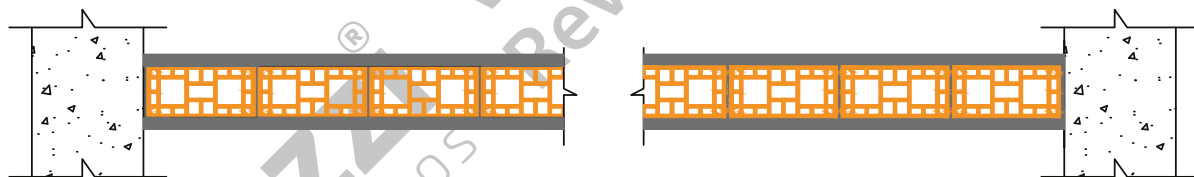
  $R_w = 41\text{dB}$

### Bloco Estrutural 14x19x29 – Fbk 7MPa | Relatório de Ensaio N° 0506/2014

As medições foram realizadas no dia 22 de agosto de 2014, na câmara reverberante do Instituto Tecnológico ITT Performance - Unisinos.



Parede de alvenaria com bloco cerâmico estrutural 14x19x29 – Fbk 7MPa, construída na abertura interna da câmara reverberante, com dimensão total de 4,2x3,5metros, assentada com argamassa de assentamento estrutural 4MPa e com densidade de  $\approx 262\text{kg/m}^2$ . A parede foi ensaiada com revestimento de argamassa com espessura de 3cm em ambas as faces. Espessura total da parede 20cm.



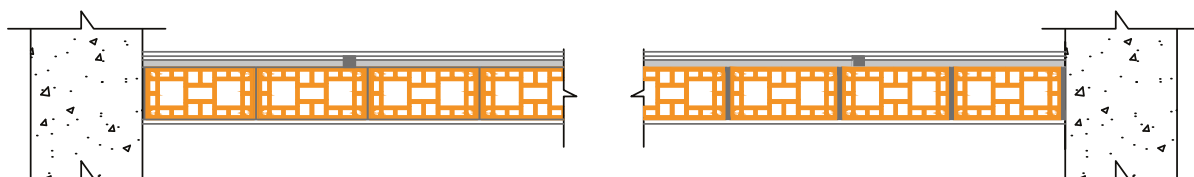
  $R_w = 45\text{dB}$

### Bloco Estrutural 14x19x29 – Fbk 7MPa | Relatório de Ensaio N° 0587/2014

As medições foram realizadas no dia 30 de outubro de 2014, na câmara reverberante do Instituto Tecnológico ITT Performance - Unisinos.



Parede de alvenaria com bloco cerâmico estrutural 14x19x29 – Fbk 7MPa, construída na abertura interna da câmara reverberante, com dimensão total de 4,2x3,5metros, assentada com argamassa de assentamento estrutural 4MPa e com densidade de  $\approx 150 \text{ kg/m}^2$ . Foram empregados como revestimento, em uma das faces, placas de gesso acartonado ST BR de 12,5mm de espessura, coladas com gesso cola PVA com 10mm de espessura, em quatro pontos de cada uma das placas. Na outra face, placas de gesso acartonado ST BR de 12,5mm, fixada em estrutura metálica, com lâ de vidro de 20mm. Espessura total da parede 20,5cm.



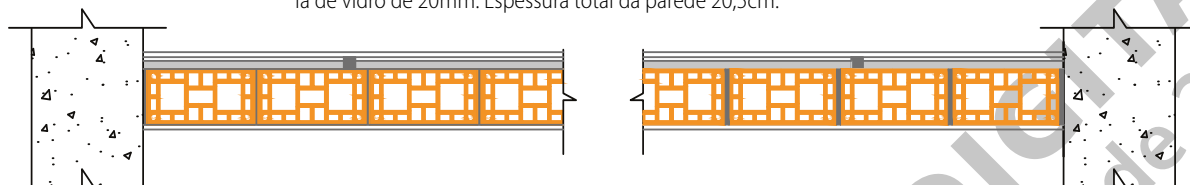
  $R_w = 50\text{dB}$



### Bloco Estrutural 14x19x29 – Fbk 7MPa | Relatório de Ensaio N° 0588/2014

As medições foram realizadas no dia 30 de outubro de 2014, na câmara reverberante do Instituto Tecnológico ITT Performance - Unisinos.

Parede de alvenaria com bloco cerâmico estrutural 14x19x29 – Fbk 7MPa, construída na abertura interna da câmara reverberante, com dimensão total de 4,2x3,5metros, assentada com argamassa de assentamento estrutural 4MPa e com densidade de  $\approx 150\text{m}^2$ . Foram empregados como revestimento, em uma das faces, placas de gesso acartonado ST BR de 12,5mm de espessura, coladas com gesso cola PVA com 10mm de espessura, em quatro pontos de cada uma das placas. Na outra face, placas de gesso acartonado Phonique de 12,5mm, fixada em estrutura metálica, com lâ de vidro de 20mm. Espessura total da parede 20,5cm.



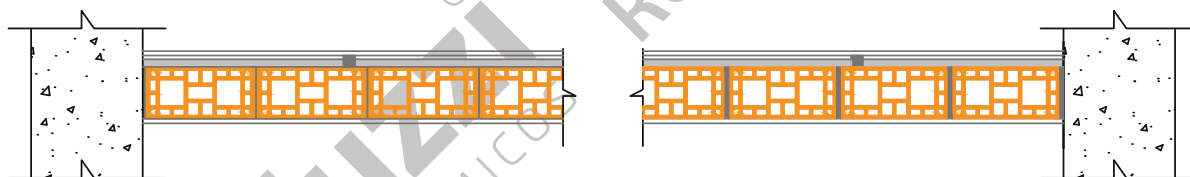
  $R_w = 51\text{dB}$



### Bloco Estrutural 14x19x29 – Fbk 7MPa | Relatório de Ensaio N° 0589/2014

As medições foram realizadas no dia 31 de outubro de 2014, na câmara reverberante do Instituto Tecnológico ITT Performance - Unisinos.

Parede de alvenaria com bloco cerâmico estrutural 14x19x29 – Fbk 7MPa, construída na abertura interna da câmara reverberante, com dimensão total de 4,2x3,5metros, assentada com argamassa de assentamento estrutural 4MPa e com densidade de  $\approx 150\text{m}^2$ . Foram empregados como revestimento, em uma das faces, placas de gesso acartonado Phonique de 12,5mm de espessura, coladas com gesso cola PVA com 10mm de espessura, em quatro pontos de cada uma das placas. Na outra face, placas de gesso acartonado Phonique de 12,5mm, fixada em estrutura metálica, com lâ de vidro de 20mm. Espessura total da parede 20,5cm.



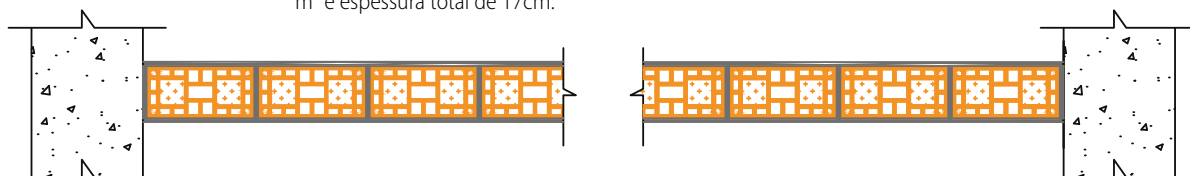
  $R_w = 52\text{dB}$



### Bloco Estrutural 14x19x29 – Fbk 7 MPa | Relatório de Ensaio N° 10.8117

As medições foram realizadas no dia 25 de abril de 2017, na câmara reverberante do Laboratório de acústica da UFSM.

Parede de alvenaria com bloco cerâmico estrutural 14x19x29 – Fbk 7MPa, construída na abertura interna da câmara reverberante, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentada com argamassa industrializada de assentamento estrutural 4MPa, colocada em forma de filetes somente nas bordas externas das superfícies horizontais de contato dos blocos e na superfície vertical de contato, completamente preenchidas, de 1cm. O revestimento foi executado com argamassa de projeção industrializada, aplicado sobre o chapisco, com espessura total de 15mm em ambas as faces. Foi preenchido o interior dos blocos com areia. O peso aproximado da parede é de 240Kg/m<sup>2</sup> e espessura total de 17cm.



  $R_w = 53\text{dB}$

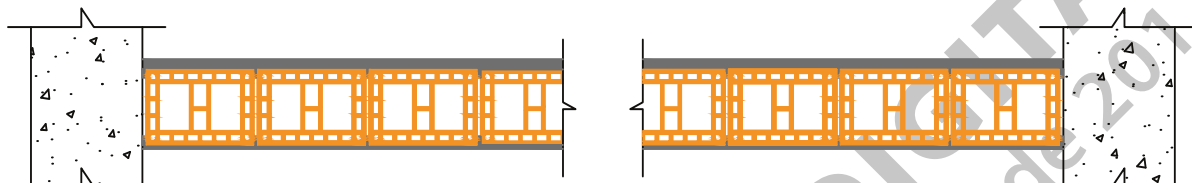


### Bloco Estrutural 19x19x29 – Fbk 7MPa | Relatório de Ensaio N° 85.230

As medições foram realizadas no dia 10 de dezembro de 2013, na câmara reverberante do Laboratório de acústica da UFSM.



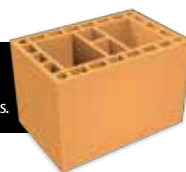
Parede de alvenaria com bloco cerâmico estrutural 19x19x29 – Fbk 7MPa, construída na abertura interna da câmara reverberante, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentada com argamassa de assentamento estrutural 4MPa. A parede foi ensaiada com revestimento de argamassa de reboco grosso na parte externa com espessura (com chapisco) de 2,5cm e com revestimento de argamassa de reboco médio na parte interna com espessura de 1,0cm, tendo uma densidade de  $\approx 196 \text{ Kg/m}^2$ . Espessura total da parede 22,5cm.



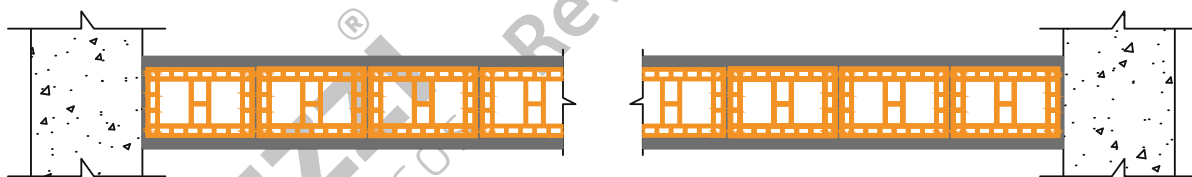
Rw = 41dB

### Bloco Estrutural 19x19x29 – Fbk 7MPa | Relatório de Ensaio N° 0611/2014

As medições foram realizadas no dia 04 de setembro de 2014, na câmara reverberante do Instituto Tecnológico ITT Performance - Unisinos.



Parede de alvenaria com bloco cerâmico estrutural 19x19x29 – Fbk 7MPa, construída na abertura interna da câmara reverberante, com dimensão total de 4,2x3,5metros, assentada com argamassa de assentamento estrutural 4MPa e com densidade de  $\approx 283 \text{ kg/m}^2$ . A parede foi ensaiada com revestimento de argamassa com espessura de 3cm em ambas as faces. Espessura total da parede 25cm.



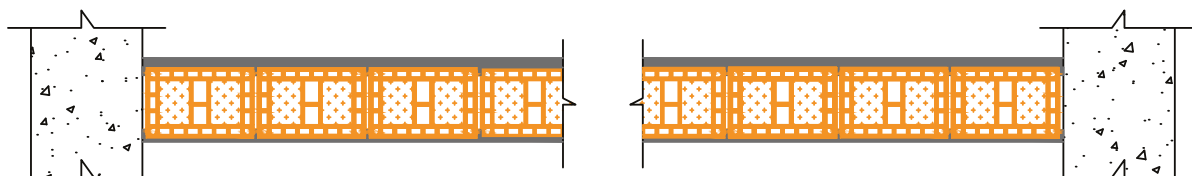
Rw = 45dB

### Bloco Estrutural 19x19x29 – Fbk 7MPa | Relatório de Ensaio N° 85.231

As medições foram realizadas no dia 18 de outubro de 2013, na câmara reverberante do Laboratório de acústica da UFSM.



Parede de alvenaria com bloco cerâmico estrutural 19x19x29 – Fbk 7MPa, construída na abertura interna da câmara reverberante, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentada com argamassa de assentamento estrutural 4MPa e com densidade de  $\approx 298 \text{ Kg/m}^2$ . A parede foi ensaiada com revestimento de argamassa de reboco grosso na parte externa com espessura (com chapisco) de 2,5cm e com revestimento de argamassa de reboco médio na parte interna com espessura de 1,0 cm e preenchido com areia no interior do bloco. Espessura total da parede 22,5cm.



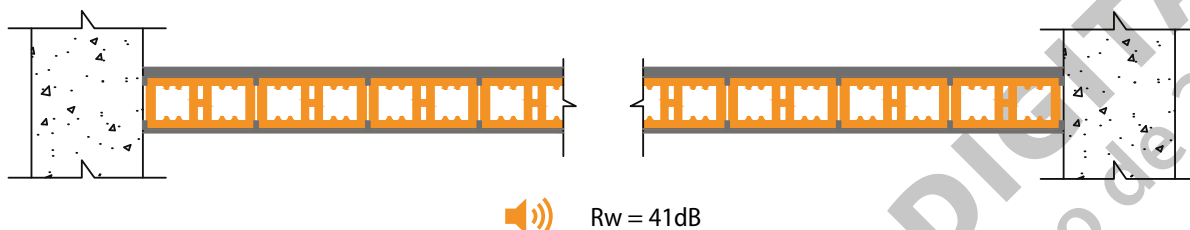
Rw = 54dB



### Bloco Estrutural 14x19x29 – Fbk 10MPa | Relatório de Ensaio N° 83.871

As medições foram realizadas no dia 21 de outubro de 2013, na câmara reverberante do Laboratório de acústica da UFSM.

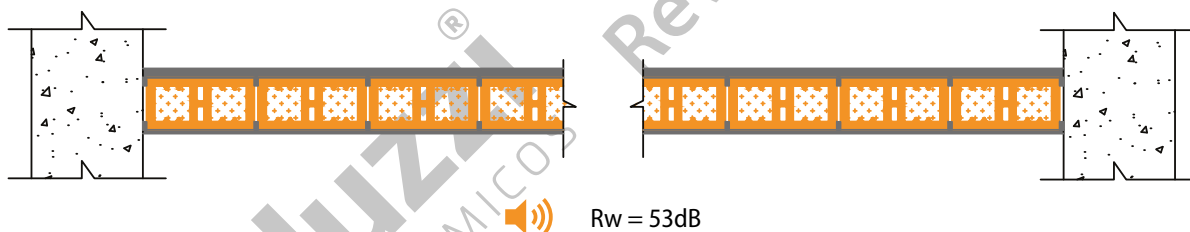
Parede de alvenaria com bloco cerâmico estrutural de paredes maciças 14x19x29 – Fbk 10MPa, construída na abertura interna da câmara reverberante, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentada com argamassa de assentamento estrutural 4MPa e com densidade de  $\approx 197 \text{ Kg/m}^2$ . A parede foi ensaiada com revestimento de argamassa de reboco grosso na parte externa com espessura (com chapisco) de 2,5cm e com revestimento de argamassa de reboco médio na parte interna com espessura de 1,0cm. Espessura total da parede 17,5cm.



### Bloco Estrutural 14x19x29 – Fbk 10MPa | Relatório de Ensaio N° 83.872

As medições foram realizadas no dia 26 de outubro de 2013, na câmara reverberante do Laboratório de acústica da UFSM.

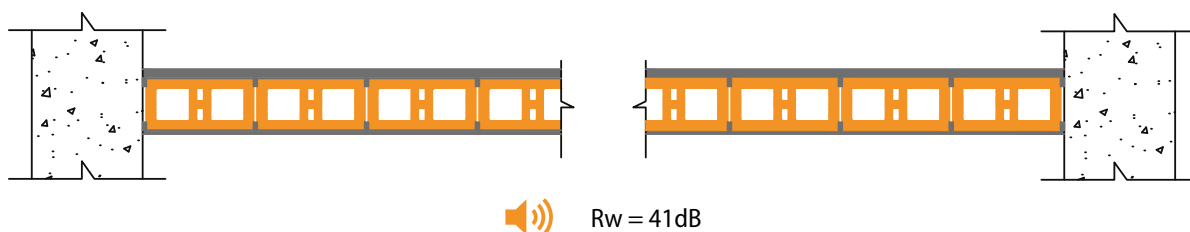
Parede de alvenaria com bloco cerâmico estrutural com paredes maciças 14x19x29 – Fbk 10MPa, construída na abertura interna da câmara reverberante, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentada com argamassa de assentamento estrutural 4MPa e com densidade de  $\approx 293 \text{ Kg/m}^2$ . A parede foi ensaiada com revestimento de argamassa de reboco grosso na parte externa com espessura (com chapisco) de 2,5cm e com revestimento de argamassa de reboco médio na parte interna com espessura de 1,0 cm e preenchido com areia no interior dos blocos. Espessura total da parede 17,5cm.



### Bloco Estrutural 14x19x29 – Fbk 15MPa | Relatório de Ensaio N° 87.318

As medições foram realizadas no dia 21 de março de 2014, na câmara reverberante do Laboratório de acústica da UFSM.

Parede de alvenaria com bloco cerâmico estrutural com paredes maciças 14x19x29 – Fbk 15MPa, construída na abertura interna da câmara reverberante, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentada com argamassa de assentamento estrutural 4MPa. A parede foi ensaiada com revestimento de argamassa de reboco grosso na parte externa com espessura (com chapisco) de 2,5cm e com revestimento de argamassa de reboco médio na parte interna com espessura de 1,0cm, tendo massa por superfície  $\approx 198 \text{ Kg/m}^2$ . Espessura total da parede 17,5cm.

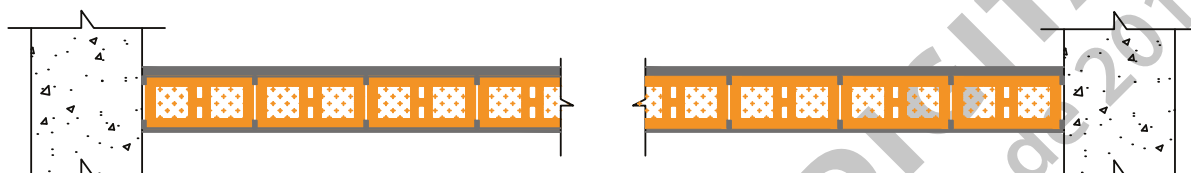


### Bloco Estrutural 14x19x29 – Fbk 15MPa | Relatório de Ensaio N° 87.319

As medições foram realizadas no dia 24 de março de 2014, na câmara reverberante do Laboratório de acústica da UFSM.



Parede de alvenaria com bloco cerâmico estrutural com paredes maciças 14x19x29 – Fbk 15MPa, construída na abertura interna da câmara reverberante, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentada com argamassa de assentamento estrutural 4MPa e com massa por superfície de  $\cong$  291 Kg/m<sup>2</sup>. A parede foi ensaiada com revestimento de argamassa de reboco grosso na parte externa com espessura (com chapisco) de 2,5cm e com revestimento de argamassa de reboco médio na parte interna com espessura de 1,0cm e preenchido com areia no interior do bloco. Espessura total da parede 17,5cm.



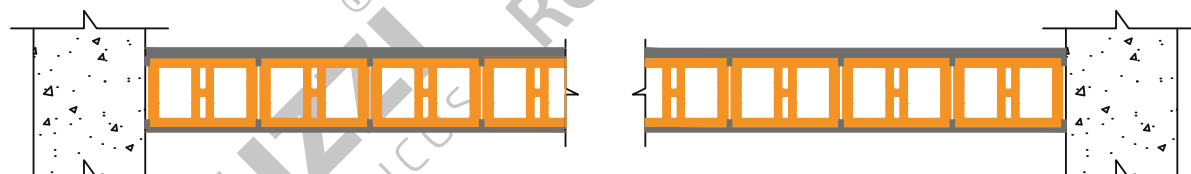
  $R_w = 52\text{dB}$

### Bloco Estrutural 19x19x29 – Fbk 15MPa | Relatório de Ensaio N° 93.528

As medições foram realizadas no dia 19 de fevereiro de 2015, na câmara reverberante do Laboratório de acústica da UFSM.



Parede de alvenaria com bloco cerâmico estrutural 19x19x29 – Fbk 15MPa, construída na abertura interna da câmara reverberante, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentada com argamassa de assentamento estrutural 4MPa e com peso aproximado de 231 Kg/m<sup>2</sup>. A parede foi ensaiada com revestimento de argamassa de reboco grosso na parte externa com espessura (com chapisco) de 2,5cm e com revestimento de argamassa de reboco médio na parte interna com espessura de 1,0 cm. Espessura total da parede 22,5cm.



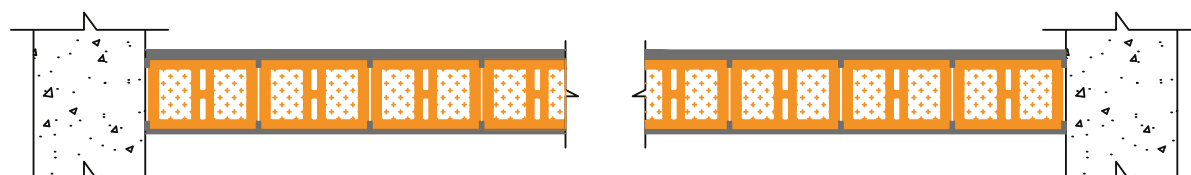
  $R_w = 42\text{dB}$

### Bloco Estrutural 19x19x29 – Fbk 15MPa | Relatório de Ensaio N° 93.529

As medições foram realizadas no dia 23 de fevereiro de 2015, na câmara reverberante do Laboratório de acústica da UFSM.



Parede de alvenaria com bloco cerâmico estrutural 19x19x29 – Fbk 15MPa, construída na abertura interna da câmara reverberante, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentada com argamassa de assentamento estrutural 4MPa e com peso aproximado de 353 Kg/m<sup>2</sup>. A parede foi ensaiada com revestimento de argamassa de reboco grosso na parte externa com espessura (com chapisco) de 2,5cm, com revestimento de argamassa de reboco médio na parte interna com espessura de 1,0cm e com areia no interior dos blocos. Espessura total da parede 22,5cm.



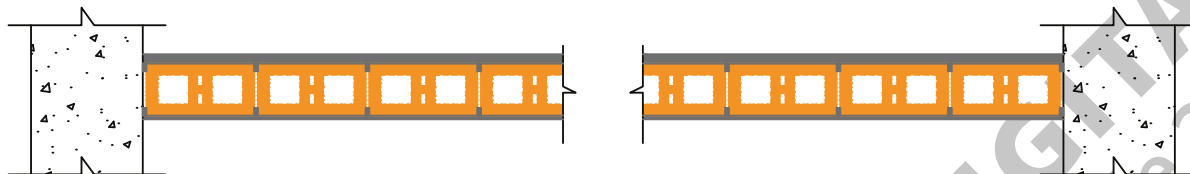
  $R_w = 55\text{dB}$



### Bloco Estrutural 14x19x29 – Fbk 18MPa | Relatório de Ensaio N° 87.294

As medições foram realizadas no dia 05 de fevereiro de 2014, na câmara reverberante do Laboratório de acústica da UFSM.

Parede de alvenaria com bloco cerâmico estrutural com paredes maciças 14x19x29 – Fbk 18MPa, construída na abertura interna da câmara reverberante, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentada com argamassa de assentamento estrutural 4MPa com densidade de  $\approx 217 \text{ Kg/m}^2$ . A parede foi ensaiada com revestimento de argamassa de reboco grosso (com chapisco) na parte externa com espessura de 2,5cm e com revestimento de argamassa de reboco médio na parte interna com espessura de 1,0cm. Espessura total da parede 17,5cm.



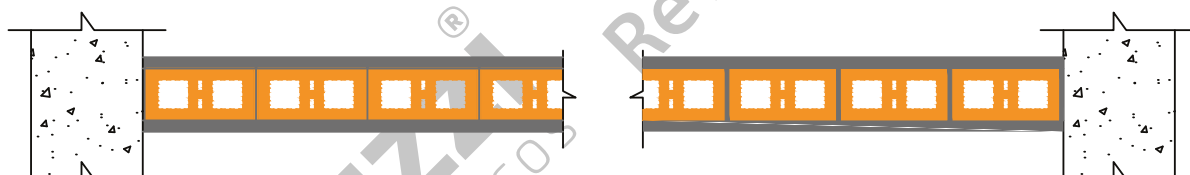
  $R_w = 42\text{dB}$



### Bloco Estrutural 14x19x29 – Fbk 18MPa | Relatório de Ensaio N° 1069a/2015

As medições foram realizadas no dia 17 de novembro de 2015, na câmara reverberante do Instituto Tecnológico ITT Performance - Unisinos.

Parede de alvenaria com bloco cerâmico estrutural com paredes maciças 14 x 19 x 29 – Fbk 18MPa, construída na abertura interna da câmara reverberante, com dimensão total de 4,2 x 3,5 metros, assentada com argamassa de assentamento estrutural 4MPa, colocada em forma de filetes somente nas bordas externas das superfícies horizontais de contato dos blocos e na superfície vertical de contato, completamente preenchidas, de 1cm e com densidade de  $\approx 300 \text{ Kg/m}^2$ . A parede foi ensaiada com chapisco de 0,5cm e revestimento de argamassa com espessura de 3cm em ambas as faces. Espessura total da parede 21cm.



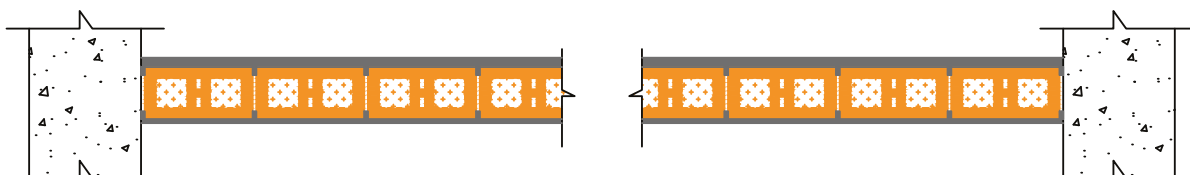
  $R_w = 50\text{dB}$



### Bloco Estrutural 14x19x29 – Fbk 18MPa | Relatório de Ensaio N° 87.295

As medições foram realizadas no dia 11 de fevereiro de 2014, na câmara reverberante do Laboratório de acústica da UFSM.

Parede de alvenaria com bloco cerâmico estrutural com paredes maciças 14x19x29 – Fbk 18MPa, construída na abertura interna da câmara reverberante, com dimensão total de 4,12 x 3,20 metros, assentada com argamassa de assentamento estrutural 4MPa e com massa por superfície de  $\approx 290 \text{ Kg/m}^2$ . A parede foi ensaiada com revestimento de argamassa de reboco grosso na parte externa com espessura (com chapisco) de 2,5 cm e com revestimento de argamassa de reboco médio na parte interna com espessura de 1,0cm e preenchido com areia no interior do bloco. Espessura total da parede 17,5cm.



  $R_w = 51\text{dB}$

## 5.5.2 Ensaios realizados em campo (em obras)

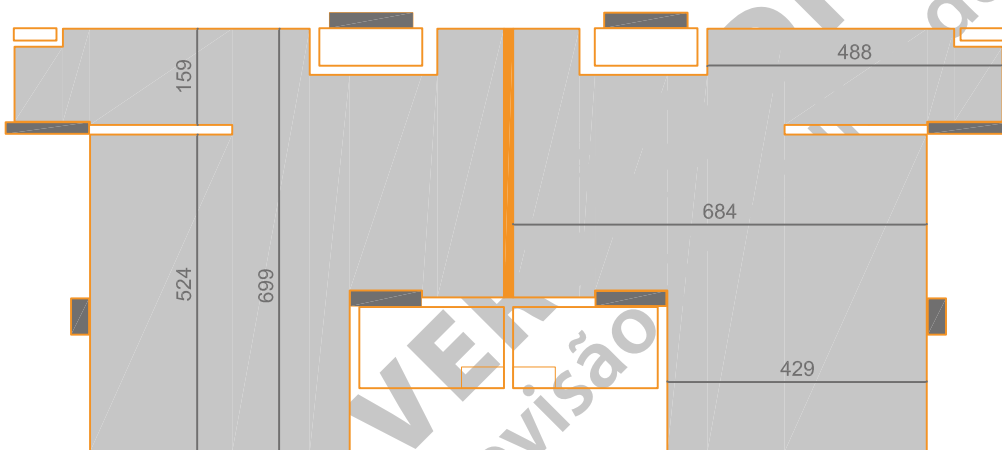
### Bloco Estrutural 14x19x29 – Fbk 7 MPa | Relatório de Ensaio N° 031-01-ACU-2014-0003

Local da obra: Porto Alegre-RS



Ensaio realizado no dia 10 de julho de 2014 pelo MMC Lab Controle Tecnológico Ltda. A temperatura ambiente era de 16,3°C e a umidade relativa do ar de 68%. As medições foram realizadas no 4º pavimento, entre as salas de estar/jantar de dois apartamentos. Ambos os lados da parede teve revestimento argamassado, com uma espessura média de 15mm (emboço mais massa fina). Sobre este revestimento foi aplicado selador e tinta PVA branca. Havia uma caixa elétrica 4x2 na parede, não espelhada com a caixa do lado oposto. Espessura total da parede 17cm. Fonte sonora: ruído branco. Área do piso da sala de recepção: 40m<sup>2</sup>. Volume da sala de recepção: 103m<sup>3</sup>. Área da parede de partição entre os ambientes: 10,8m<sup>2</sup>.

 DnTw = 43dB



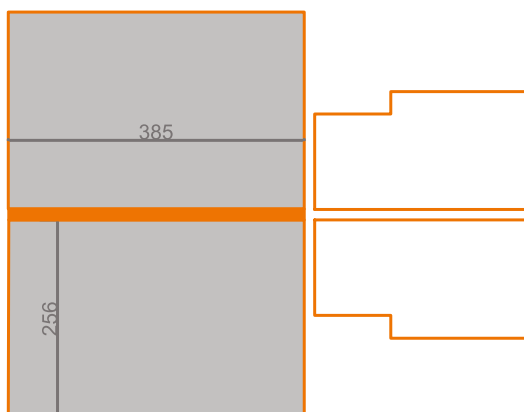
### Bloco Estrutural 14x19x29 – Fbk 7 MPa | Relatório de Ensaio N° 031-01-ACU-2015-0014

Local da obra: Bento Gonçalves-RS



Ensaio realizado no dia 20 de maio de 2015 pelo MMC Lab Controle Tecnológico Ltda. A temperatura ambiente era de 16,3°C e a umidade relativa do ar de 75%. A parede teve o preenchimento dos furos dos blocos com graute. Ambos lados com revestimento argamassado, com uma espessura média de 15mm (emboço mais massa fina). Sobre este revestimento foi aplicado selador e tinta PVA branca. Espessura total da parede 17cm. Fonte sonora: ruído branco. Área do piso da sala de recepção: 9,88m<sup>2</sup>. Volume da sala de recepção: 25 m<sup>3</sup>. Área da parede de partição entre os ambientes: 9,76m<sup>2</sup>.

 DnTw = 47dB



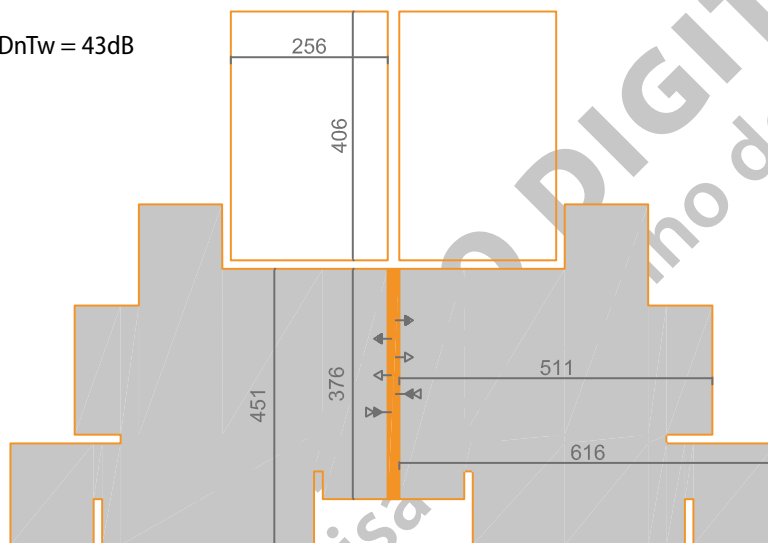


## Bloco Estrutural 19x19x29 – Fbk 7 MPa | Relatório de Ensaio N° 031-01-ACU-2014-0001

Local da obra: Canoas-RS

Ensaio realizado no dia 05 de julho de 2014 pelo MMC Lab Controle Tecnológico Ltda, tendo como temperatura ambiente 19,5°C e umidade relativa do ar de 85%. As medições foram realizadas no 5° pavimento, entre as salas de estar/jantar de dois apartamentos. Utilizou-se revestimento de gesso na parede em questão, com uma espessura entre 15 e 20 mm em cada lado. Sobre o revestimento foi aplicado selador e tinta pva. Em um lado da parede havia 3 pontos elétricos (caixas 4x2) e quadro de distribuição, porém estes estavam desconectados dos pontos do outro apartamento. Espessura final da parede de 22 a 23cm. O pé-direito em osso de 2,6m (piso a teto). Fonte sonora: ruído branco. Área do piso da sala de recepção: 24,28m<sup>2</sup>. Volume da sala de recepção: 61,48m<sup>3</sup>. Área da parede de partição entre os ambientes: 9,64m<sup>2</sup>.

 DnTw = 43dB

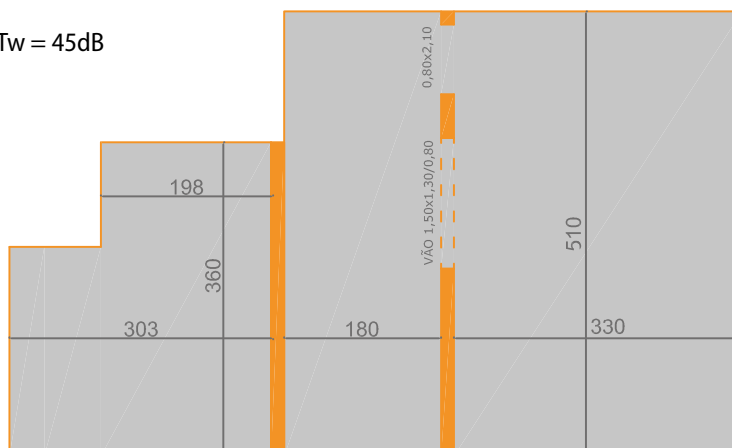


## Bloco Estrutural 14x19x29 – Fbk 10 MPa | Relatório de Ensaio N° 031-01-ACU-2014-0009

Local da obra: Santa Maria-RS

Ensaio realizado no dia 02 de novembro de 2014 pelo MMC Lab Controle Tecnológico Ltda., com temperatura ambiente de 22,9°C e a umidade relativa do ar de 79%. As medições foram realizadas no 4° pavimento, entre a cozinha/sala do apartamento 406 e o dormitório do apartamento 405. A parede teve um lado de revestimento argamassado, com espessura média de 15mm (emboço mais massa fina). Sobre este revestimento foi aplicado uma demão de massa corrida e duas demãos de pintura acrílica. No outro lado da parede utilizou-se revestimento argamassado, com espessura média de 15mm (emboço), e, sobre este revestimento, foram assentadas cerâmicas 30x40 – modelo soft têxtil. Espessura total da parede 18cm. Pé-direito de piso a teto 2,66m na sala e no dormitório, e, aproximadamente 2,40m na cozinha, onde continha rebaixo de gesso.

 DnTw = 45dB



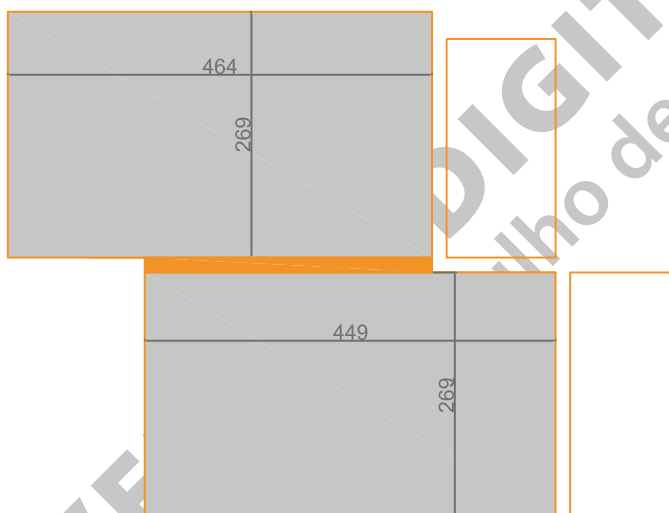
## Bloco Estrutural 14x19x29 – Fbk 10 MPa | Relatório de Ensaio N° 031-01-ACU-2014-0005

Local da obra: Bento Gonçalves-RS



Ensaio realizado no dia 19 de agosto de 2014 pelo MMC Lab Controle Tecnológico Ltda., com temperatura ambiente de 15,3°C e umidade relativa do ar de 68%. As medições foram realizadas no 5° pavimento, entre os dormitórios dos apartamentos 502 e 503. A parede em questão continha revestimento argamassado com espessura média de 20 mm em cada lado. Sobre o revestimento foi aplicado selador e tinta acrílica. Em um lado da parede continham 3 caixas de elétrica. Espessura da parede 18cm. O pé-direito em osso é de 2,8 m (piso a teto). Sobre a laje foi executado contrapiso e piso laminado. No teto foi feito rebaixo de gesso em todo o dormitório, resultando em um pé-direito de 2,5 m. Fonte sonora: ruído branco. Área do piso da sala de recepção: 12,07 m<sup>2</sup>. Volume da sala de recepção: 30,17 m<sup>3</sup>. Área da parede de partição entre os ambientes: 7,9m<sup>2</sup>.

 DnTw = 46dB



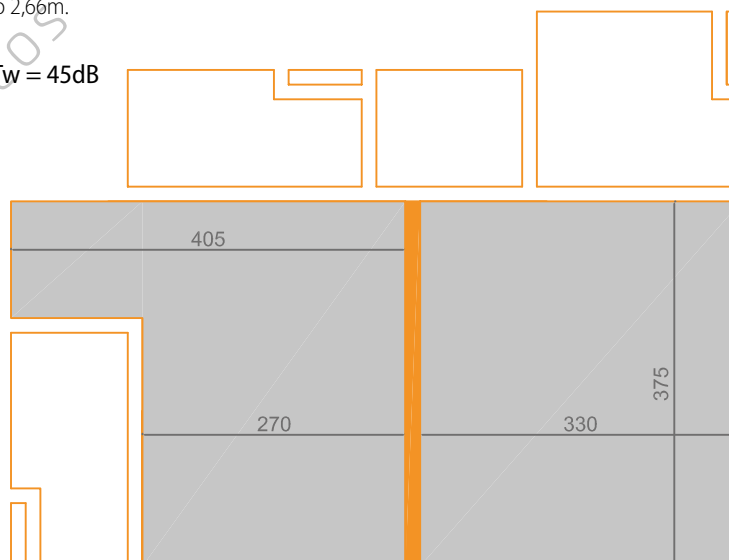
## Bloco Estrutural 14x19x29 – Fbk 15 MPa | Relatório de Ensaio N° 031-01-ACU-2014-0006

Local da obra: Canoas-RS



Ensaio realizado no dia 02 de novembro de 2014 pelo MMC Lab Controle Tecnológico Ltda., com temperatura ambiente de 22,7°C e umidade relativa do ar de 77%. As medições foram realizadas no 2° pavimento, entre os dormitórios dos apartamentos 206 e 207. A parede possuía revestimento argamassado, com espessura média de 15mm em cada lado da parede (emboço mais massa fina). Sobre este revestimento foi aplicado uma demão de massa corrida e duas demãos de pintura acrílica. Sem nenhuma instalação elétrica ou hidráulica na parede. Espessura da parede 17 cm. Pé-direito de piso a teto 2,66m.

 DnTw = 45dB



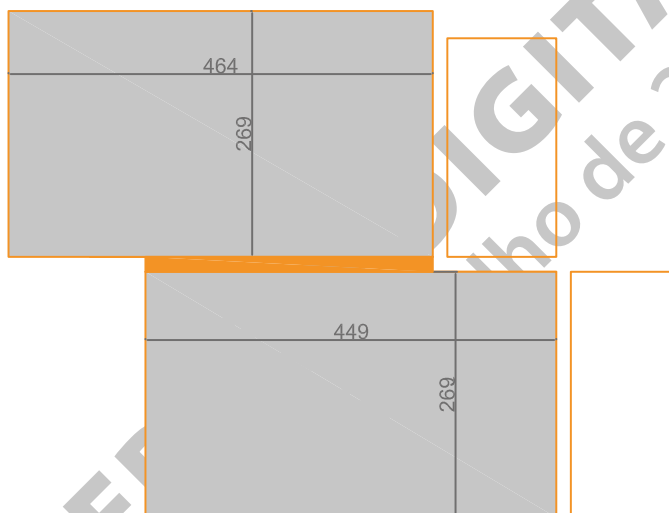


### Bloco Estrutural 14x19x29 – Fbk 15 MPa | Relatório de Ensaio N° 031-01-ACU-2014-0004

Local da obra: Bento Gonçalves

Ensaio realizado no dia 19 de agosto de 2014 pelo MMC Lab Controle Tecnológico Ltda., com temperatura ambiente de 15,3°C e umidade relativa do ar de 68%. As medições foram realizadas no 3° pavimento, entre os dormitórios dos apartamentos 302 e 303. A parede possuía revestimento argamassado, com uma espessura média de 20 mm em cada lado. Sobre o revestimento foi aplicado selador e tinta acrílica. Em um lado da parede continham 3 caixas de elétrica. Espessura da parede 18cm. Pé-direito em osso com 2,8 m (piso a teto). Sobre a laje foi executado contrapiso e piso laminado. No teto foi feito um rebaixo de gesso em todo o dormitório, resultando em um pé-direito de 2,5 m. Fonte sonora: ruído branco. Área do piso da sala de recepção: 12,07 m<sup>2</sup>. Volume da sala de recepção: 30,17 m<sup>3</sup>. Área da parede de partição entre os ambientes: 7,9m<sup>2</sup>.

 DnTw = 46dB

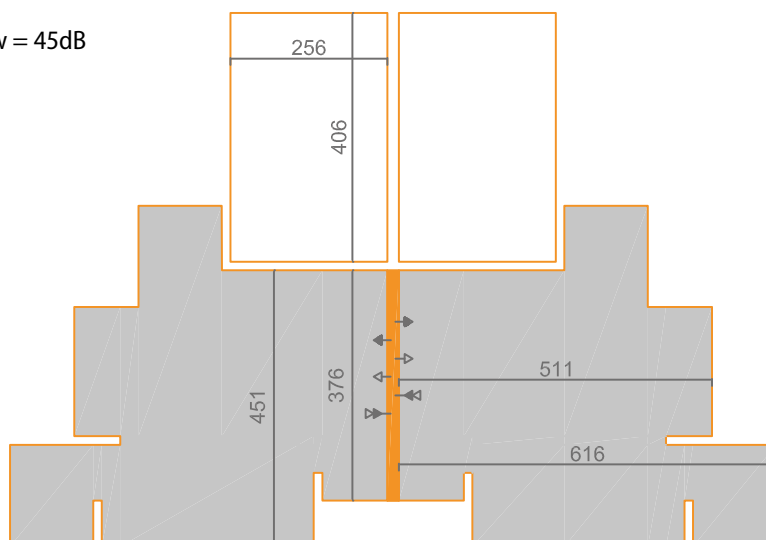


### Bloco Estrutural 19x19x29 – Fbk 15 MPa | Relatório de Ensaio N° 031-01-ACU-2014-0002

Local da obra: Canoas

Ensaio realizado no dia 05 de julho de 2014 pelo MMC Lab Controle Tecnológico Ltda., com temperatura ambiente de 19,5°C e a umidade relativa do ar de 85%. As medições foram realizadas no 4° pavimento, entre as salas de estar/jantar de dois apartamentos. A parede possuía revestimento de gesso, com uma espessura entre 15 e 20 mm em cada lado. Sobre o revestimento foi aplicado selador e tinta pva. Em um lado da parede haviam 3 caixas de elétrica 4x2 e o quadro de distribuição porém estes foram desconectados dos pontos do outro apartamento. Espessura final da parede de 22 a 23cm. O pé-direito em osso é de 2,6m (piso a teto). Fonte sonora: ruído branco. Área do piso da sala de recepção: 24,28m<sup>2</sup>. Volume da sala de recepção: 61,48m<sup>3</sup>. Área da parede de partição entre os ambientes: 9,64m<sup>2</sup>.

 DnTw = 45dB





### Atendimento do requisito de desempenho acústico do conjunto vedação vertical externa e esquadria

O isolamento acústico que a fachada apresenta é função do isolamento proporcionado pela parede, combinado com o isolamento proporcionado pela esquadria.

Quanto maior for o vão da esquadria maior será sua responsabilidade no desempenho acústico global que é requerido pela NBR 15575 e menor será a influência da parede.

O isolamento requerido é o medido em campo, que utiliza a grandeza  $D_{2m,n,T,w}$ , que significa Diferença Padronizada de Nível Ponderada porque se refere à diferença entre o ruído do meio externo, medido a 2 metros da fachada, e o ruído no ambiente interno.

No entanto, essa medição só é possível num estágio da obra acabada já com as esquadrias instaladas ou em uma unidade modelo.

Se for utilizado sempre o mesmo tamanho de vão, sempre a mesma esquadria e a mesma parede de fachada em dormitórios se poderá contratar a medição em campo e, se a solução atender aos critérios da norma bastará manter as condições que determinam este desempenho (mesma qualidade de execução e especificações da parede e das esquadrias) e não será necessário repetir as medições em todas as obras. Recomenda-se fazer essas medições em algumas unidades para fins de controle da qualidade da execução.

O que determina o desempenho acústico do conjunto é:

- A capacidade de isolamento acústico da parede adotada – que depende do tipo de vedação e de seus revestimentos e das condições de execução desta vedação como juntas horizontais e verticais, danos causados para passagem de eletrodutos, etc;
- A capacidade de isolamento e as condições de instalação da esquadria. O isolamento sonoro de uma esquadria é função de vários parâmetros: a espessura das folhas de vidro, características dos caixilhos e, principalmente, das dimensões e do tratamento esquadria, como escovas e gaxetas que são fundamentais para o isolamento acústico. Para não haver perda de desempenho na instalação, deve-se assegurar uma boa vedação entre esquadria e parede.

Mesmo que se utilize uma parede de alto índice de isolamento acústico não se consegue atingir um bom desempenho do conjunto e o atendimento aos critérios da NBR 1575 se a esquadria não tiver o desempenho necessário.

Um modelo matemático definido na BS EN 12354 -3:2000 – “Building acoustics. Estimation of acoustic performance in buildings from the performance of elements. Airborne sound insulation against outdoor sound” permite estimar o desempenho da fachada em campo a partir de dados conhecidos dos seus elementos (parede e esquadria + vidro) em laboratório mediante as áreas de parede e de esquadria previstas em projeto.

Assim, a construtora que não conheça o desempenho medido em campo da esquadria a ser utilizada na fachada de dormitório pode estimar o desempenho requerido para a classe de ruído em que está o empreendimento. Isto permite que ao comprar a esquadria se possa especificar o nível de isolamento que deve proporcionar e o que deve ser comprovado por meio de ensaio de caracterização da esquadria por parte do fornecedor.

Para conhecer o desempenho acústico requerido da esquadria ao desenvolver o projeto, deve-se fazer a estimativa a seguir:

### Cálculo do isolamento requerido da esquadria para atender ao requisito de desempenho acústico de fachadas de dormitórios

a) Área total da parede ( $S_t$ ) = definir a área de parede dos dormitórios onde está a esquadria.

b) Área da esquadria ( $S_e$ ) = área somente da esquadria.

c) Área da parede ( $S_p$ ) = área total – área da esquadria.

$R_p = R_w$  da parede (índice de isolamento sonora da parede) medido em laboratório.

Cálculo do  $R_e$  - Índice de isolamento sonora requerido para a esquadria para a Classe de Ruído em que se enquadra o empreendimento, com as características de projeto previstas em a, b e c.

- ( $D_{2m,n,T,w}$ ) = critério mínimo = 20 dB para empreendimentos situados em classe de ruído I;
- ( $D_{2m,n,T,w}$ ) = critério mínimo = 25 dB para empreendimentos situados em classe de ruído II;
- ( $D_{2m,n,T,w}$ ) = critério mínimo = 30 dB para empreendimentos situados em classe de ruído III.

O cálculo deve ser feito aplicando-se o modelo matemático a seguir com os valores a serem retirados do projeto do empreendimento em esquadrias de dormitórios:

$$D_{2m,n,T,w} = -10 \cdot \log \left( \frac{S_p \cdot 10^{-R_p/10} + S_e \cdot 10^{-R_e/10}}{S_t} \right)$$

É preciso determinar o  $R_e$  – Índice de isolamento sonora que a esquadria deve apresentar, o que deve ser evidenciado por meio de relatório de ensaio do fornecedor para o valor calculado que se deve atingir para atender ao requisito de desempenho acústico naquelas condições de projeto e condições de exposição.

Por este modelo se pode avaliar a responsabilidade da parede no desempenho do conjunto: se para uma dada condição de dimensões da parede e do vão de esquadria se adotar paredes com diferentes índices de isolamento sonora ( $R_p$ ) não haverá alteração significativa do resultado final do conjunto se for mantido o índice de isolamento sonora da esquadria.

- ABNT NBR 5628** – Componentes construtivos estruturais – resistência ao fogo – Método de ensaio ABNT. Rio de Janeiro, 2001.
- ABNT NBR 6120** – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro, 1980.
- ABNT NBR 5674** – Manutenção de edificações – Procedimento. Rio de Janeiro, 1999.
- ABNT NBR 6123** – Forças devidas ao vento em edificações. Rio de Janeiro, 1988.
- ABNT NBR 7200** – Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento. Rio de Janeiro, 1997.
- ABNT NBR 8545** – Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos. Rio de Janeiro, 1984.
- ABNT NBR 8681** – Ações e segurança nas estruturas. Rio de Janeiro, 2003.
- ABNT NBR 9077** – Saídas de emergência em edifícios. Rio de Janeiro, 2001.
- ABNT NBR 10636** – Paredes e divisórias sem função estrutural – Determinação da resistência ao fogo – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1989.
- ABNT NBR 12721** – Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edifícios – Procedimento. Rio de Janeiro, 2005.
- ABNT NBR 13281** – Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos. Rio de Janeiro, 2005.
- ABNT NBR 13529** – Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Terminologia. Rio de Janeiro, 1995.
- ABNT NBR 13749** – Revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação. Rio de Janeiro, 2013.
- ABNT NBR 13867** – Revestimento interno de paredes e tetos com pasta de gesso – material, preparo, aplicação e acabamento. Rio de Janeiro, 1997.
- ABNT NBR 14037** – Manual de operação, uso e manutenção das edificações. Rio de Janeiro, 1998.
- ABNT NBR 14432** – Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações – Procedimento. Rio de Janeiro, 2000.
- ABNT NBR 15220 - 1** – Desempenho térmico de edificações Parte 1: Definições, símbolos e unidades. Rio de Janeiro, 2003.
- ABNT NBR 15220 - 2** – Desempenho térmico de edificações – Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro, 2003.
- ABNT NBR 15270 - 1** – Componentes cerâmicos – Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 2005.
- ABNT NBR 15270 - 2** – Componentes cerâmicos – Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural – Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 2005.
- ABNT NBR 15270 - 3** – Componentes cerâmicos – Parte 3: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação – Métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2005.
- ABNT NBR 15575 - 2** – Edificações habitacionais – Desempenho Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais. Rio de Janeiro, 2013.
- ABNT NBR 15575 - 4** – Edificações habitacionais – Desempenho Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE. Rio de Janeiro, 2013.
- ABNT NBR 15575 - 5** – Edificações habitacionais – Desempenho Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas. Rio de Janeiro, 2013.
- ABNT NBR 15812** – Alvenaria estrutural – Blocos cerâmicos - Parte 1: Projetos. Rio de Janeiro, 2010.
- ABNT NBR 15812** – Alvenaria estrutural – Blocos cerâmicos – Parte 2: Execução e controle de obras. Rio de Janeiro, 2010.
- CARVALHO, R.P. **Acústica Arquitetônica**. Brasília, 2010.
- CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR**. Lei 8.078 de 11/09/90. Brasília, Diário Oficial da União, 1990.
- PAESEKIAN, G. A.; SOARES, M.M. **Alvenaria estrutural em blocos cerâmicos: projeto, execução e controle**. São Paulo, 2010.



[www.pauluzzi.com.br](http://www.pauluzzi.com.br)


Pauluzzi Produtos Cerâmicos Ltda.

Rodovia RS-118 | Km 7.3 | nº 7131

CEP 93230-390 | Sapucaia do Sul - RS - Brasil

Fone (51) 3451.5002 | E-mail: [comercial@pauluzzi.com.br](mailto:comercial@pauluzzi.com.br)

 [facebook.com/pauluzzi.ceramicos](https://facebook.com/pauluzzi.ceramicos)

 [youtube.com/CanalPauluzzi](https://youtube.com/CanalPauluzzi)